

中山市市政道路海绵城市建设技术 导则（试行）

中山市住房和城乡建设局

2023 年 10 月

www.szelec.cc

前言

为全面贯彻落实国务院和住房城乡建设部关于加强城市基础设施建设与推进海绵城市相关工作要求，根据《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）、《住房和城乡建设部办公厅关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知》（建办城〔2022〕17号）、《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（粤府办〔2016〕53号）等政策文件要求，规范全市市政道路海绵城市工程建设，统一标准和主要技术指标，制定本导则。

本导则共分十一章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.建设指标；4.相关计算；5.海绵城市道路系统设计；6.设施设计；7.施工；8.验收；9.运行维护；10.管理评估；11.附录。

本导则由中山市住房和城乡建设局负责管理，广东省建筑科学研究院集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在使用过程中，总结实践经验，提出意见和建议。

组织单位：中山市住房和城乡建设局

编制单位：广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

主要起草人：支喜华 刘 军 孙书航 周 密 周子栋

彭超恒 蔡文豪 黄太福 陈碧滢 黄 玲

李冠军 任学焄

主要审查人：王少林 聂洪文 彭世瑾 苏君康 邵孟新

李 胜 王宏杰 王 波 聂锦旭 魏 臻

目录

1	总则	1
2	术语	2
3	建设指标	4
4	相关计算	5
	4.1 设计参数.....	5
	4.2 设施计算.....	6
5	海绵城市道路系统设计	9
	5.1 一般规定.....	9
	5.2 道路海绵系统构建.....	11
	5.3 典型断面.....	15
6	设施设计	22
	6.1 透水铺装.....	22
	6.2 路缘石.....	23
	6.3 环保型雨水口.....	26
	6.4 初期雨水弃流井.....	27
	6.5 下沉式绿地.....	28
	6.6 转输型植草沟.....	30
	6.7 生物滞留带.....	31
	6.8 生态树池.....	32
	6.9 卵石沟.....	35
	6.10 集水管.....	35
	6.11 溢流口.....	36
7	施工	38
	7.1 一般规定.....	38
	7.2 海绵设施施工要求.....	38
8	验收	44
	8.1 一般规定.....	44

8.2 设施验收.....	44
9 运行维护	46
9.1 一般规定.....	46
9.2 设施维护.....	46
10 管理评估	56
10.1 人员管理.....	56
10.2 项目评估.....	56
11 附录.....	58
附录一：编制依据.....	58
附录二：相关基础资料.....	60
附录三：中山市相关植物名录.....	62
附录四：典型案例.....	63

1 总则

1.0.1 为全面贯彻落实国家关于海绵城市建设的相关要求，科学推进中山市市政道路海绵城市的工程建设、运行维护等工作，结合中山实际情况制订本导则。

1.0.2 本导则适用于中山市新建、改（扩）建的市政道路海绵城市设计、施工、验收和运行维护。

1.0.3 市政道路海绵城市建设应遵循和体现技术先进、经济合理，符合中山市特色等原则。

1.0.4 地质灾害易发区，如岩溶分布区及塌陷点、泥石流分布区、滑坡/塌陷分布区等，市政道路在进行海绵城市建设前需进行专题论证。

1.0.5 市政道路海绵城市建设需绿化、道路、排水多专业相互配合、相互协调。

1.0.6 市政道路排水设计应按现行国家标准《室外排水设计标准》（GB 50014）的相关规定执行。

1.0.7 市政道路海绵城市建设过程中，除应执行本导则的规定外，尚应符合现行国家、行业和本市有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 海绵城市

通过城市规划、建设的管控，从“源头减排、过程控制、系统治理”着手，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，有效控制城市降雨径流，最大限度地减少城市开发建设行为对原有自然水文特征和水生态环境造成的破坏，使城市能够像“海绵”一样，在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式，有利于达到修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、保障城市水安全、复兴城市水文化的多重目标。

2.0.2 年径流总量控制率

通过自然与人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流，得到控制的年均降雨量与年均降雨总量的比值。

2.0.3 年径流污染控制率

在多年平均降雨条件下，雨水径流经过海绵城市建设设施的物理、化学和生物等作用，规划或设计范围内累计全年削减的径流污染物总量占全年雨水径流污染物总量的百分比。

2.0.4 透水铺装

可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

2.0.5 环保型雨水口

在进水口处设置截污挂篮，用于拦截雨水径流中的漂浮物、固体垃圾、油和油脂等污染物的雨水口。

2.0.6 下沉式绿地

低于周边汇水地面或道路，且可用于渗透、滞蓄和净化雨水径流的绿地。

2.0.7 生物滞留设施

通过植物、土壤和微生物系统滞留、渗滤、净化雨水径流的设施。

2.0.8 转输型植草沟

主要用于转输雨水径流，在地表浅沟中种植植被，利用沟内的植物和土壤截

留、净化雨水径流的设施。

2.0.9 生态树池

在有铺装的地面上栽种树木时，在树木的周围保留的一块没有铺装且标高低于周边铺装的土地，可吸纳来自步行道、停车场和街道的雨水径流，是下沉式绿地的一种。

2.0.10 雨水花园

利用浅洼地形，种植当地的耐旱耐涝植物，通过吸附、渗透和过滤等原理对降落在不透水表面的雨水进行控制利用，具有良好的景观效果。

3 建设指标

3.0.1 市政道路海绵城市建设必须满足道路功能要求。

3.0.2 市政道路项目根据道路等级、绿化带宽度等，分类设置控制指标。

3.0.3 中山市市政道路海绵城市建设指标宜按表 3.0.3 确定。

表 3.0.3 中山市市政道路海绵城市建设指标

道路等级	绿化带宽度 ^[1]	年径流总量控制率（%）	年径流污染控制率（%）	下沉式绿地率（%）	人行道、非机动车道透水铺装率（%）
支路	<2m	无硬性要求	40	—	80
	≥2m	50	45	60	80
次干路	<2m	无硬性要求	40	—	80
	≥2m	55	50	60	80
主干路	<2m	无硬性要求	45	—	80
	≥2m	60	50	60	80
快速路	—	无硬性要求	50	—	80
指标类型		鼓励性	约束性	鼓励性	鼓励性

注：[1]绿化带宽度指除中央分隔带外单条绿化带的平均宽度；

[2]对于绿化带宽度<2m的道路，人行道及非机动车道应采用透水铺装，年径流总量控制率不作硬性要求；

[3]扩建道路的扩建部分参照执行，改建道路参照执行。

3.0.4 兼顾市政道路功能的公路的控制指标参照市政道路，其他公路、高速公路不做指标要求，有条件的可参考海绵城市的设计方法。

3.0.5 立交桥，高架桥（桥梁），隧道（包括下穿式隧道）等不适宜实施海绵城市的设施或路段，不做海绵城市具体目标要求。

4 相关计算

4.1 设计参数

4.1.1 年径流总量控制率与设计降雨关系详见表 4.1.1 和图 4.1.1。

表 4.1.1 中山市年径流总量控制率与设计降雨量的关系

年径流总量控制率 (%)	50	55	60	65	70	75	80	85	90
设计降雨量 (mm)	12.7	15.0	17.8	21.1	24.9	29.7	36.0	45.0	58.8

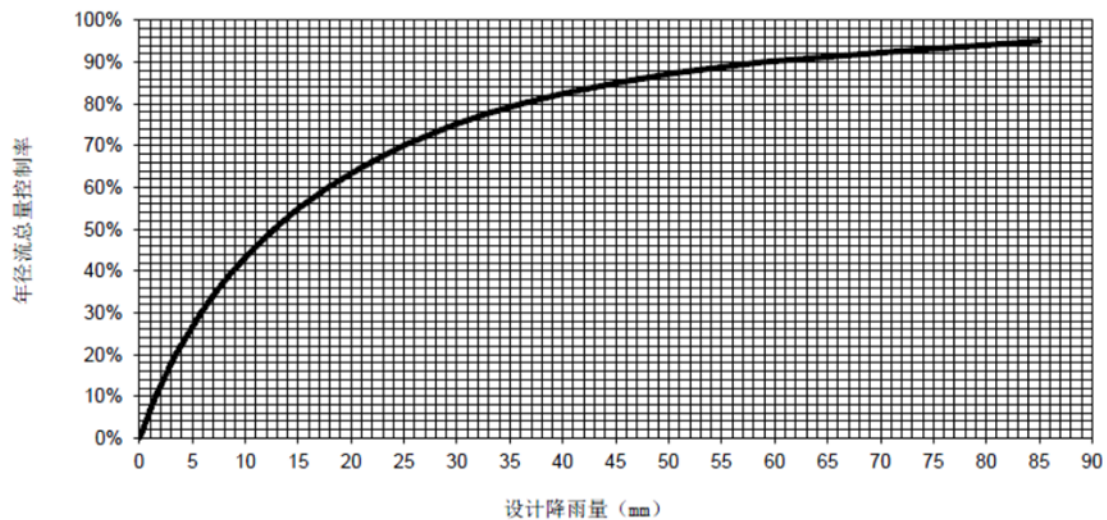


图 4.1.1 中山市“年径流总量控制率-设计降雨量”曲线

4.1.2 暴雨强度公式：

根据《中山市暴雨强度公式修编》（2014），中山市地域跨度较大，以五桂山为分界。

五桂山以北（除南部三乡、坦洲、神湾三个镇区以外的其他镇区）采用中山市暴雨强度公式：

$$q = \frac{1829.552(1 + 0.444\lg P)}{(t + 6.0)^{0.591}} \quad (\text{式 4.1.2-1})$$

南部三个镇区（三乡镇、坦洲镇、神湾镇）参考采用相邻珠海市暴雨强度公式：

$$q = \frac{847.172(1 + 0.659\lg P)}{(t + 5373)^{0.391}} \quad (\text{式 4.1.2-2})$$

式中：q——设计暴雨强度（L/（s•hm²））

P——设计暴雨重现期（年）

t ——降雨历时 (min)

$$t=t_1+t_2$$

t_1 ——地面集水时间 (min)，应根据汇水距离、地形坡度和地面种类计算确定，一般采用 5min~15min

t_2 ——管渠内雨水流行时间 (min)

4.1.3 雨水设计流量应按式计算：

$$Q = q\varphi F \quad (\text{式 4.1.3})$$

式中： Q ——设计雨水流量 (L/s)

q ——设计暴雨强度 (L/(s·hm²))

φ ——综合径流系数，可参照表 4.2.1-1 进行加权平均计算

F ——汇水面积 (hm²)

4.2 设施计算

4.2.1 净化设施规模计算

(1) 径流控制总量计算：

海绵设施以径流总量和径流污染为控制目标进行设计，设施具有的调蓄容积一般应满足“单位面积控制容积”的指标要求。设计调蓄容积一般采用容积法进行计算。

$$V = 10H\varphi F \quad (\text{式 4.2.1-1})$$

式中： V ——设计调蓄容积 (m³)

H ——设计降雨量 (mm)

φ ——综合径流系数，可参照表 4.2.1-1 进行加权平均计算

F ——汇水面积 (hm²)

用于合流制排水系统的径流污染控制时，雨水调蓄池的有效容积可参照《室外排水设计标准》(GB 50014) 进行计算。

表 4.2.1-1 不同汇水面对应径流系数

汇水面种类	综合径流系数
混凝土或沥青路面	0.80~0.90
大块石凳铺砌路面	0.50~0.60

汇水面种类	综合径流系数
沥青表面处理的碎石路面	0.45~0.55
配级碎石路面	0.40
非铺砌土路面	0.30
绿地	0.15
透水铺装地面	0.08~0.45

(2) 初期雨水径流控制量计算:

$$V_{WQ} = 10H_w R_w F \quad (\text{式 4.2.1-2})$$

式中: V_{WQ} ——初期雨水径流控制量 (m^3)

H_w ——径流污染控制降雨厚度 (mm, 地面径流厚度可取 4mm~8mm)

F ——汇水面积 (hm^2)

R_w ——径流污染控制系数, $R_w=0.05+0.009I$

I ——汇水区域内不透水面积比例 (%), $I=F'/F \times 100\%$

F' ——不透水面面积 (hm^2)

净化设施规模按表 4.2.1-2 确定:

表 4.2.1-2 净化设施控制量

序号	设施	初期雨水径流控制量计算	说明
1	雨水花园	简易型: 存水区有效深度×面积 增强型: 【存水区有效深度×面积】+【砾石层体积×空隙率(可取 0.3)】+【土壤层体积×空隙率(可取 0.2)】	土壤的可利用孔隙率应为其残余孔隙率, 即为土块的饱和孔隙率日常平均孔隙率之差
2	生态树池	碎石层体积×空隙率+土壤层体积×空隙率	
3	初雨处理设施	存水区有效深度×面积	
4	环保雨水口		此设施的初期雨水径流控制量 V_{WQ} 不能扣除, 即 $V_D=V$

4.2.2 滞蓄设施规模计算

(1) 雨水滞留控制量 V_D 应采用下式计算:

$$V_D = V - V_{WQ} \quad (\text{式 4.2.2})$$

式中: V_D ——雨水滞流控制量 (m^3)

V_{WQ} ——初期雨水径流控制量 (m^3)

滞蓄设施规模应按照表 4.2.2 确定：

表 4.2.2 滞蓄设施控制量

序号	设施	雨水滞蓄控制量计算
1	下沉式绿地	存水区有效深度×面积
2	植草沟	存水断面面积×植草沟长

（2）透水铺装仅参与综合径流系数的计算，其结构内的空隙容积一般不再计入调蓄容积。

（3）受地形条件、汇水面大小等影响，设施调蓄容积无法发挥径流总量削减作用的设施（如较大面积的下沉式绿地，往往受坡度和汇水面竖向条件限制，实际调蓄容积远远小于其设计调蓄容积），以及无法有效收集汇水面径流雨水的设施具有的调蓄容积不计入总调蓄容积。

5 海绵城市道路系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 市政道路应在满足道路基本功能的前提下，达到建设海绵城市的控制目标和指标的要求。

5.1.2 总体方案应以道路安全为重，兼顾设施的功能和景观要求，应满足《城市道路工程设计规范》（CJJ 37）中的相关要求。城市道路绿化带内海绵设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水下渗对道路路面及路基的强度和稳定性造成破坏。

5.1.3 为保障城市交通安全，在海绵设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按《室外排水设计标准》（GB 50014）中的相关标准执行。

5.1.4 道路结构采用透水铺装面层的选取应符合下列要求：

（1）人行道面层宜采用透水砖或透水混凝土。

（2）非机动车道面层宜采用透水水泥混凝土或透水沥青混凝土。

5.1.5 中山市雨量充沛，地下水的补给来源充足，水位较高，道路海绵设施应以“滞、净、排”为主，兼顾“渗、蓄、用”的功能。

5.1.6 道路海绵城市设施的雨水排空时间设计应由公众的接受度、植物特性和土壤渗透率决定，雨水排空时间不应大于 24h。

5.1.7 滞、蓄雨水的绿化带内应设置相应的排水盲沟/盲管，及时排除绿化带内雨水，以防雨水在绿化带内长期积存，对绿化植物造成破坏。

5.1.8 道路部分宜尽可能因地制宜地结合海绵设施设置一定面积的绿化，绿化带设置宽度根据道路实际建设宽度、交通流量需求以及具体绿化形式等综合确定。

5.1.9 海绵设施中绿化植物的筛选，应根据海绵设施特性，选择耐污耐涝的乡土植物。

5.1.10 工业区道路等污染较为严重的区域应设置初期雨水弃流设施，雨水口应设置为环保型雨水口（带截污挂篮）；商业密集区雨水口应设置为环保型雨水口（带截污挂篮），宜设置下沉式海绵设施；一般生活区雨水口宜设置为环保型雨水口（带截污挂篮），宜设置下沉式海绵设施。

5.1.11 路面雨水可汇入道路红线内绿化带，当红线内绿地空间不足时，可由政府

主管部门协调，将道路雨水引入道路红线外城市绿地内的海绵设施进行消纳。当红线内绿地空间充足时，也可利用红线内海绵设施消纳红线外空间的径流雨水。

5.1.12 道路竖向与海绵设施结合的要求

（1）明确排水分区的主要坡向、坡度范围。通过竖向分析确定各个排水分区主要控制点高程、场地高程、坡向和坡度范围，并明确地面排水方式和路径。

（2）设施规模应结合道路竖向设计，在绿地内设计可消纳路面径流雨水的海绵设施，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统有效衔接。

（3）道路纵坡大于 1.5%时，不宜采用立缘石开口等雨水侧排方式，应采用环保型混凝土平式雨水口。

（4）道路纵坡大于 1%时，应在溢流口下游设置挡水堰以减缓流速并增加挡水堰上游海绵设施的雨水渗透量。

（5）在道路设计最低点设置的海绵设施应结合道路汇水面积适当加密溢流口的设置，以防雨水集中汇集造成道路水浸。

（6）道路雨水汇集区域（交叉口等）/人流量较大区域（公交站台等）位置应合理设置雨水口，以保证车行/人行安全。

5.1.13 设计成果表达应满足《中山市海绵城市建设技术导则（试行）》《中山市海绵城市施工图设计导则及审查要点（试行）》和《中山市海绵城市建设标准图集（试行）》的要求。

5.2 道路海绵系统构建

5.2.1 市政道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输、经截污等预处理后引入绿地内，通过设置在绿地内的滞留、存储、调节等为主要功能的海绵设施进行处理后经雨水管道排入水系。

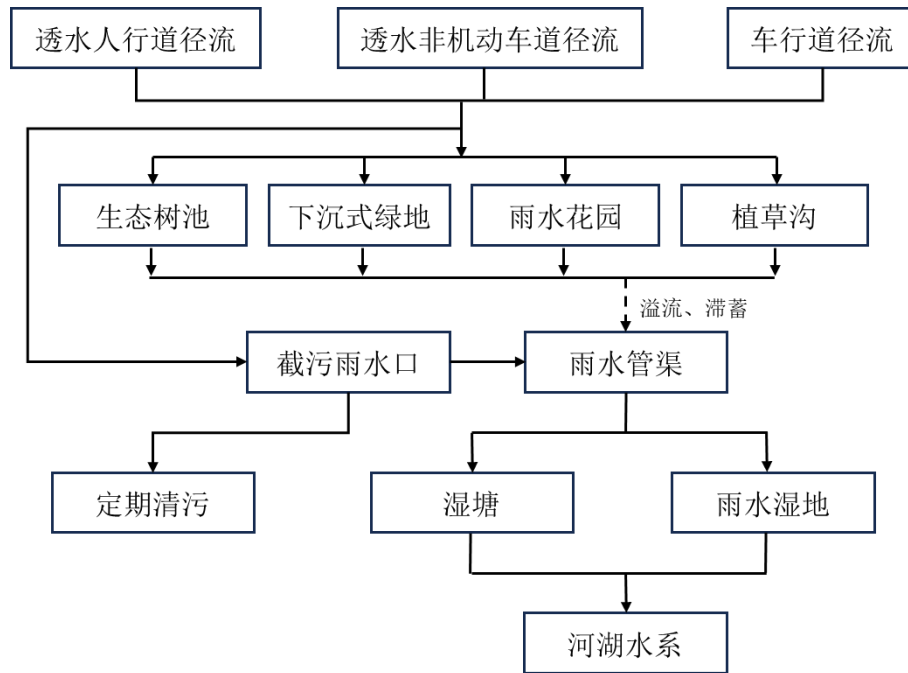


图 5.2.1 城市道路海绵城市系统构建流程示意图

5.2.2 机动车道可采用以下形式：

(1) 不透水铺装机动车道和人行道或自行车道相邻，不透水铺装机动车道和小于 2m 侧分带相邻，见流程图 A-1。

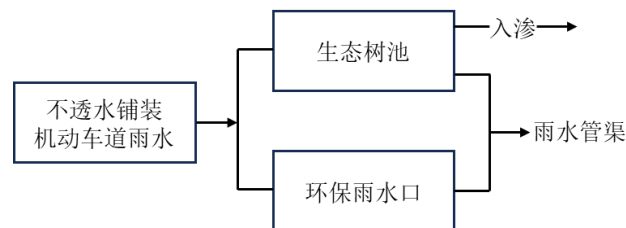
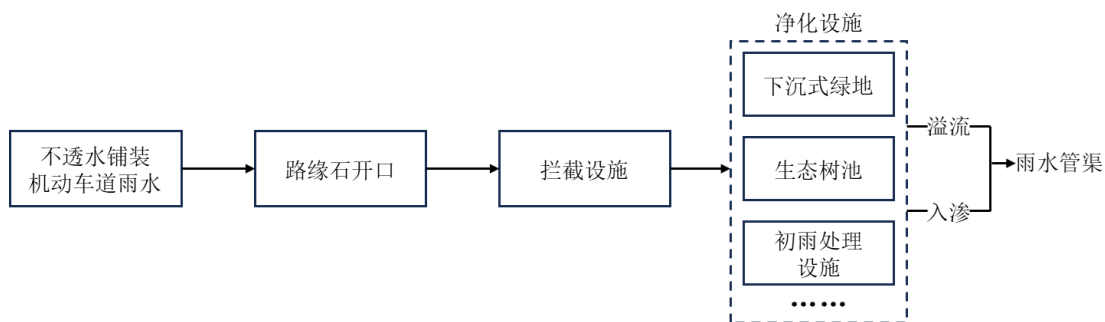


图 5.2.2-1 流程图 A-1

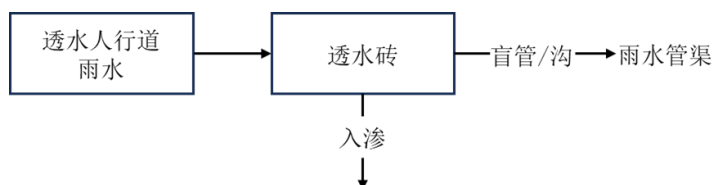
(2) 不透水铺装机动车道和大于等于 2m 侧分带相邻，见流程图 A-2：



5.2.2-2 流程图 A-2

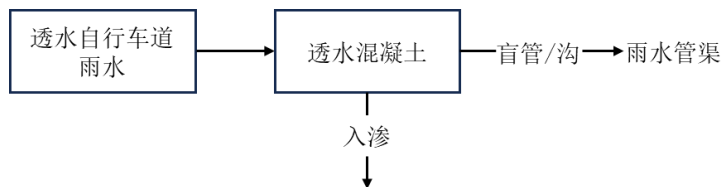
5.2.3 人行道、非机动车道可采用以下形式：

(1) 透水人行道见流程图 B-1：



5.2.3-1 流程图 B-1

(2) 透水自行车道见流程图 B-2：



5.2.3-2 流程图 B-2

5.2.4 道路两侧绿化带宜结合地形和景观要求设计微地形和景观小品。设计时可采用以下形式：

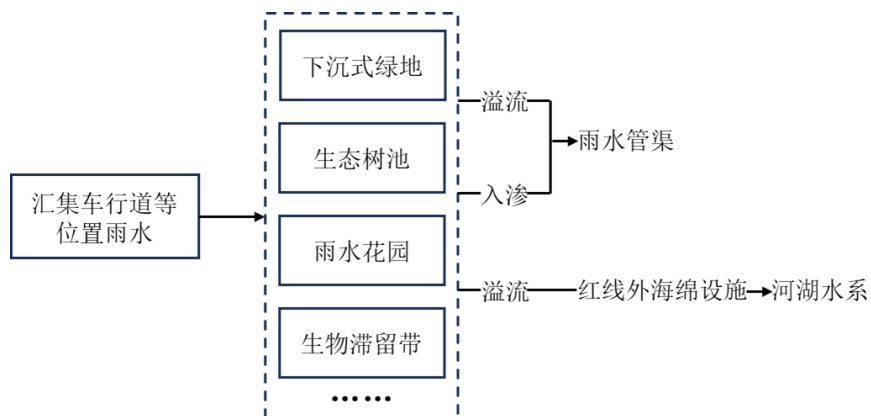


图 5.2.4 流程图 C

5.2.5 高架桥下方及立交匝道区绿化带宜结合地形和景观要求设计下沉式绿地、微地形和景观小品等。设计时可采用以下形式：

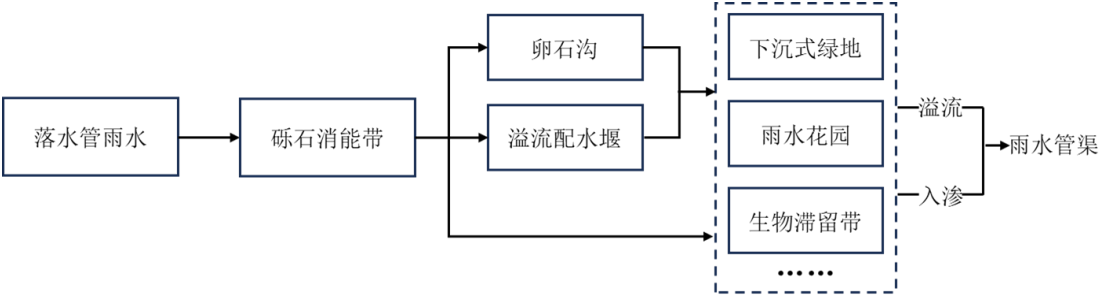


图 5.2.5 流程图 D

5.2.6 各等级道路的系统组成见表 5.2.6。

表 5.2.6 系统组成

道路等级	系统组成	系统流程图
支路	机动车道+绿化带	A
	人行道+绿化带	B
次干路	机动车道+自行车道	A
	人行道+绿化带	B
主干路	机动车道+绿化带	A
	人行道+绿化带	B
	自行车道+绿化带	B
	路两侧绿化带	C
	立交桥半岛绿化	D
快速路	机动车道+绿化带	A
	路两侧绿化带	C
	立交桥半岛绿化	D

5.2.7 现状道路改造

- （1）人行道、非机动车道改为透水铺装：透水铺装应设置导水盲沟/盲管，有条件的位置尚可与周边海绵设施相连接，充分发挥海绵设施的功能；
- （2）侧绿化带设置为下沉绿化带：下沉式绿化带可连续设置，但现状行道树的根部树坨应予以保留，以免影响乔木的正常生长，下沉式树带内的树坨的两侧宜保证调蓄空间的通畅，否则每个封闭区域均应设置溢流口；
- （3）人行道设施带：当道路两侧为商铺、店面等人流出入频繁或设施带有非机动车停车需求时，设施带可设置为隐蔽式储水带，即设施带正常下凹，储水空间中填充碎石或卵石，其上盖板。如此设置，设施带可供行人正常通行和放置

垃圾桶等小型市政公用设施；

（4）人行道外侧压条抬高：既有道路如果存在人行道外侧有高于人行道的现状绿化退缩带，可以把压条抬高，使外侧绿化带雨水滞留在绿化带内，从而达到减缓降水进入排水系统的速度；

（5）高架桥下方及立交匝道区：高架桥下方及立交匝道区绿化带可结合地形和景观要求改造为下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带等。绿化带海绵化改造后，废除原落水消能井，在落水管口下方铺设砾石缓冲带。

5.3 典型断面

5.3.1 单幅路

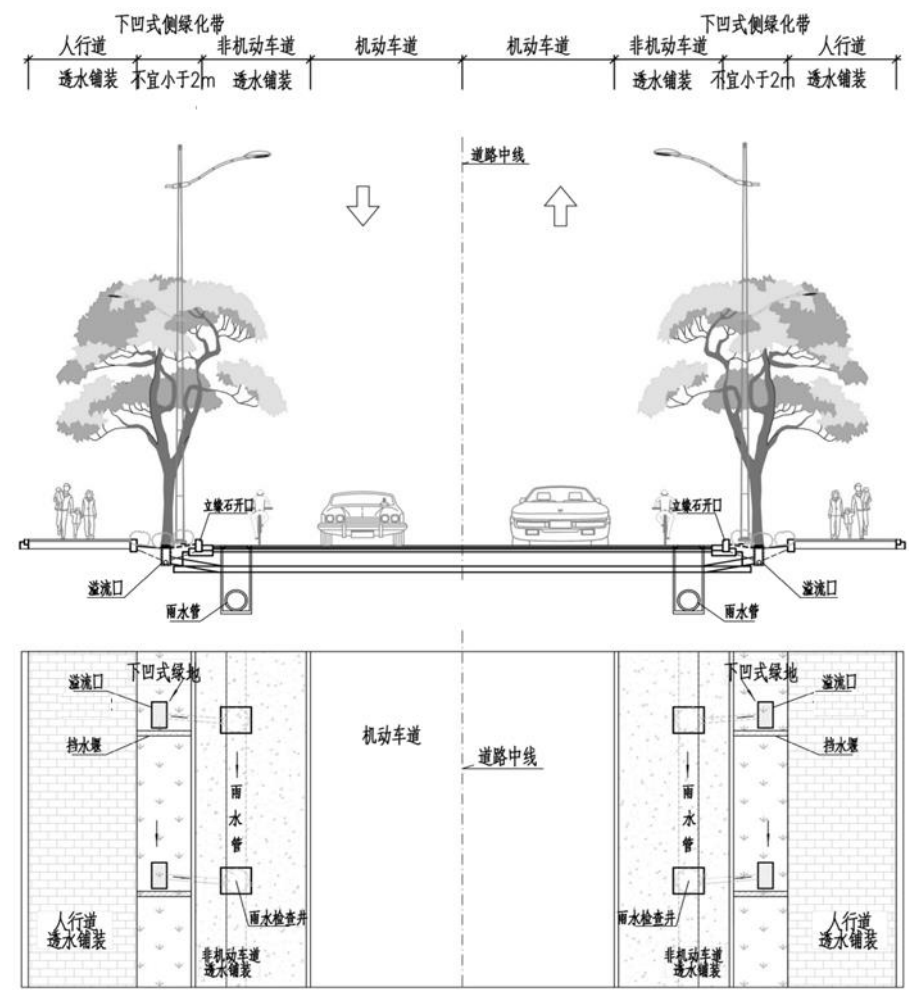


图 5.3.1-1 单幅路典型断面（一）

说明：

- （1）排水方式：非机动车道、人行道及车行道雨水汇流至绿化带，超量雨水溢流至下游雨水管网。
- （2）雨水口间距应根据路面、人行道、雨水流量及绿地容纳水量确定。
- （3）当道路纵坡大于 1% 时，应在溢流口下游设置挡水堰以减缓流速并增加雨水渗透量。
- （4）当设置下沉式侧绿化带时，侧绿化带宽度不宜小于 2m。
- （5）本图对应 5.2 章节流程图 A-2、流程图 B、流程图 C。

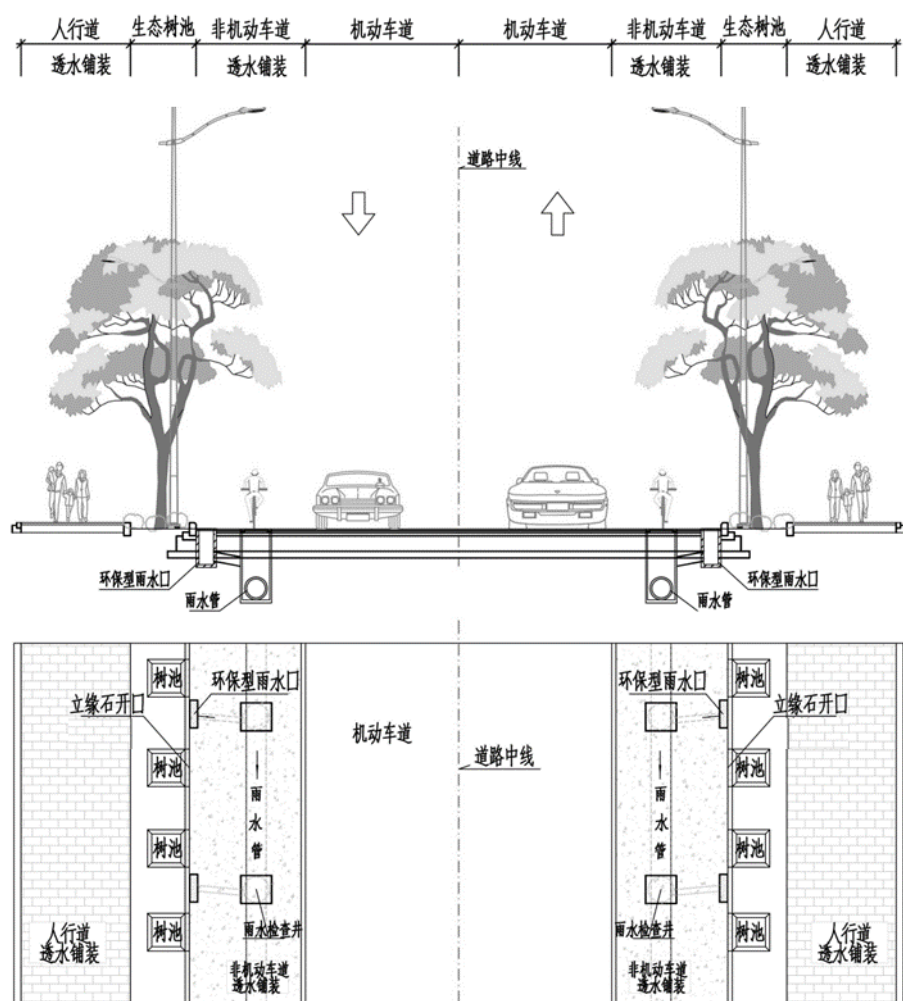


图 5.3.1-2 单幅路典型断面（二）

说明：

（1）当道路范围内绿化设施只设置树池时，树池采用生态树池，树池靠车行道侧立缘石开口，以便路面雨水能够进入树池下渗和滞留。

（2）本图对应 5.2 章节流程图 A-1、流程图 B。

5.3.2 双幅路

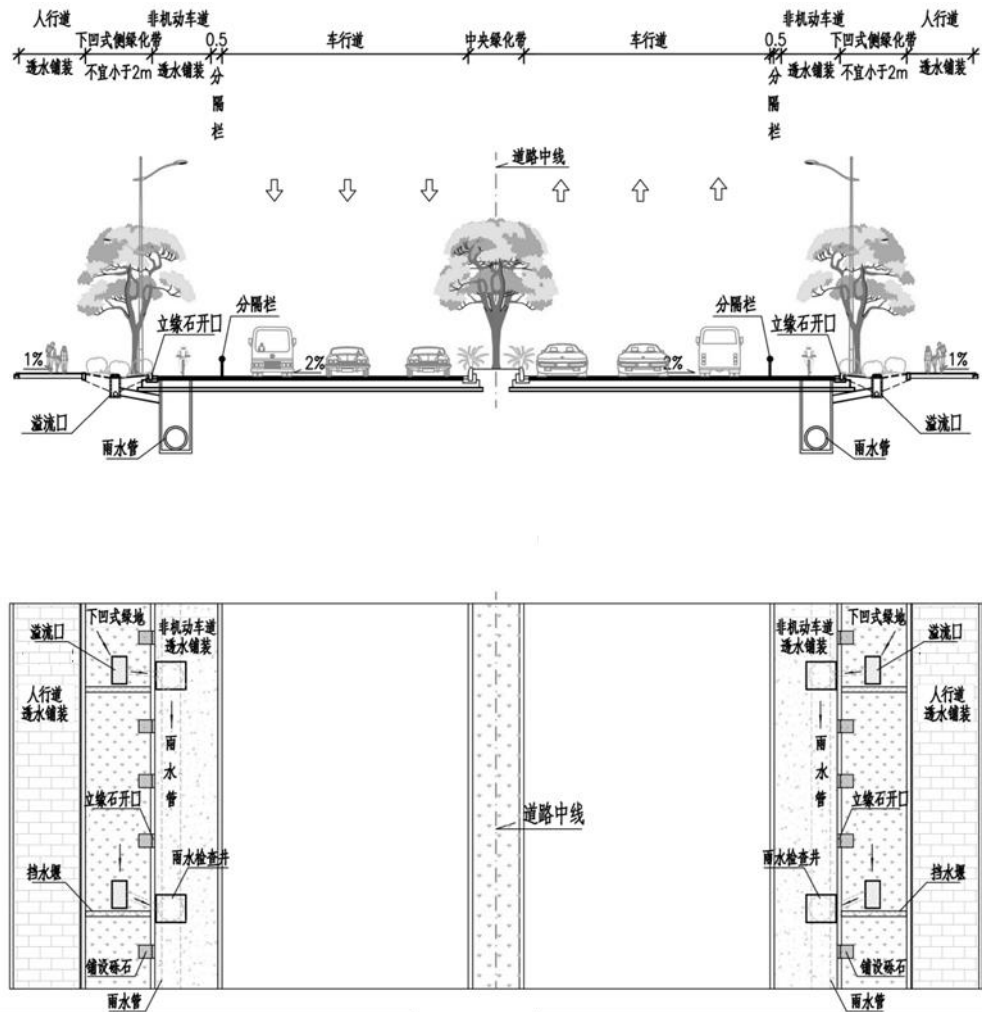


图 5.3.2 双幅路典型断面

说明：

- (1) 排水方式：非机动车道、人行道及车行道雨水汇流至下沉式侧绿化带（内设透水软管贯穿的溢流口，溢流口连接管连接至附近雨水检查井）；土层含水饱和后水位上升，当水位高于溢流口溢流标高时，排入下游雨水管道系统排走。
- (2) 雨水口间距应根据路面、人行道、雨水流量及绿地容纳水量确定。
- (3) 当道路纵坡大于 1%时，应在溢流口下游设置挡水堰以减缓下沉式绿地内水流流速并增加雨水渗透量。
- (4) 当设置下沉式侧绿化带时，侧绿化带宽度不宜小于 2m。
- (5) 本图对应 5.2 章节流程图 A-2、流程图 B、流程图 C。

5.3.3 三幅路

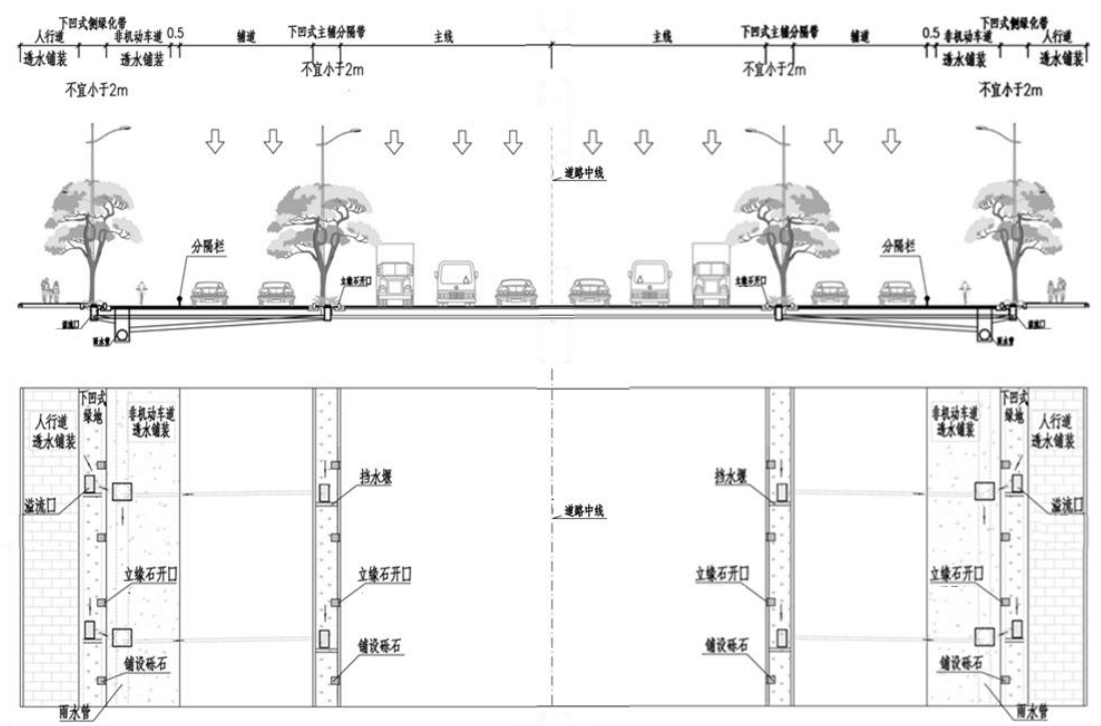


图 5.3.3 三幅路典型断面

说明：

- (1) 排水方式：非机动车道、人行道及车行道雨水汇流至下沉式侧绿化带（内设透水软管贯穿的溢流口，溢流口连接管连接至附近雨水检查井）；土层含水饱和后水位上升，当水位高于溢流口溢流标高时，排入下游雨水管道系统排走。
- (2) 雨水口间距应根据路面、人行道、雨水流量及绿地容纳水量确定。
- (3) 当道路纵坡大于 1%时，应在溢流口下游设置挡水堰以减缓下沉式绿地内水流流速并增加雨水渗透量。
- (4) 当设置下沉式侧绿化带时，侧绿化带宽度不宜小于 2m。
- (5) 本图对应 5.2 章节流程图 A-2、流程图 B、流程图 C。

5.3.4 四幅路

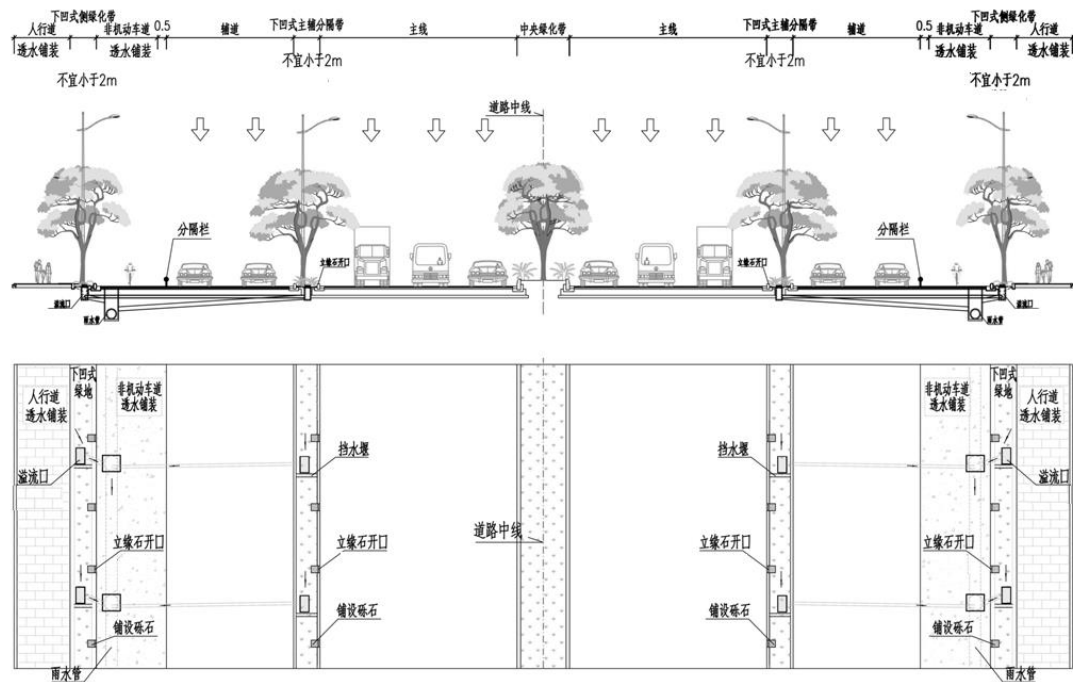


图 5.3.4 四幅路典型断面

说明：

- (1) 排水方式：非机动车道、人行道及车行道雨水汇流至下沉式侧绿化带（内设透水软管贯穿的溢流口，溢流口连接管连接至附近雨水检查井）；土层含水饱和后水位上升，当水位高于溢流口溢流标高时，排入下游雨水管道系统排走。
- (2) 雨水口间距应根据路面、人行道、雨水流量及绿地容纳水量确定。
- (3) 当道路纵坡大于 1% 时，应在溢流口下游设置挡水堰以减缓下沉式绿地内水流流速并增加雨水渗透量。
- (4) 当设置下沉式侧绿化带时，侧绿化带宽度不宜小于 2m。
- (5) 本图对应 5.2 章节流程图 A-2、流程图 B、流程图 C。

5.3.5 高架道路下方

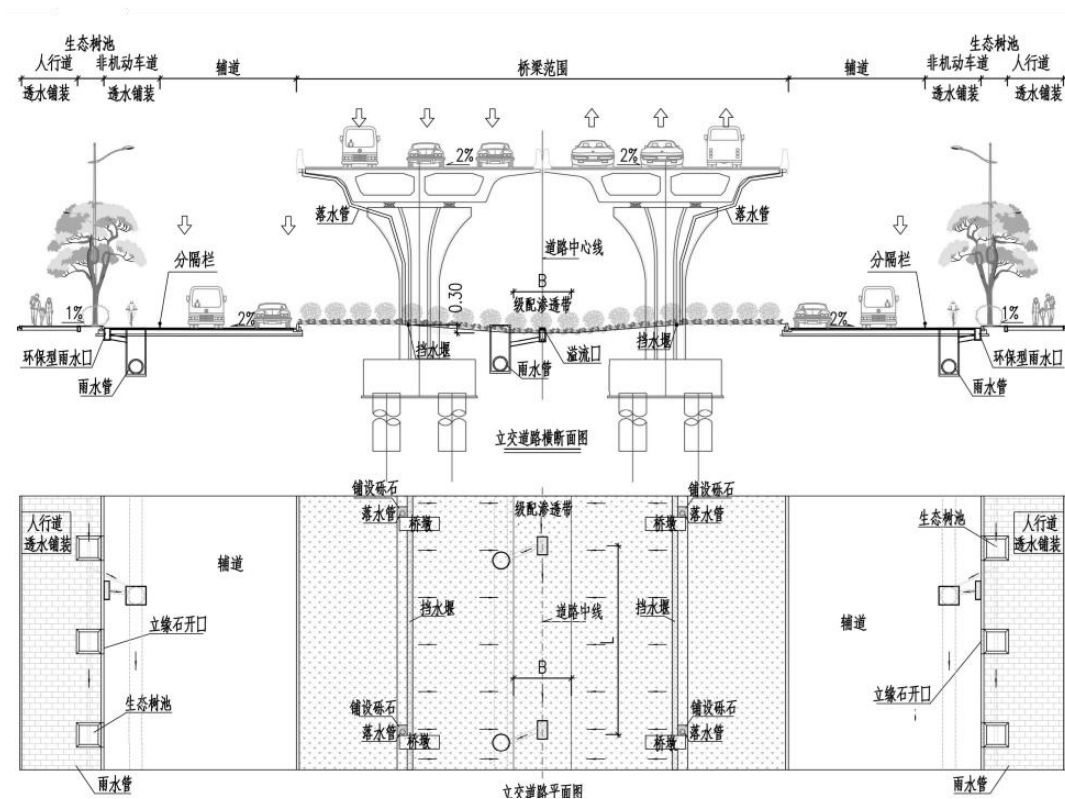


图 5.3.5 高架道路下方典型断面

说明：

(1) 排水方式：

1) 树池采用生态树池，树池靠车行道侧立缘石开口，以便路面雨水能够进入树池下渗和滞留。

2) 立交桥下方中央绿化带内结合景观要求设置下沉式绿地，下沉式绿地设置一定宽度的级配渗透带（内设透水软管贯穿的溢流口，溢流口连接管连接至附近雨水检查井）；落水管下方设置砾石消能带，砾石消能带内侧设置溢流挡水堰（堰顶应保持水平），以便落水管内雨水能够通过溢流挡水堰均匀汇集至内侧下沉式绿地。土层含水饱和后水位上升，当水位高于溢流口溢流标高时，排入下游雨水管道系统排走。

(2) 雨水口间距应根据路面、人行道、雨水流量及绿地容纳水量确定；级配渗透带宽度应根据汇入雨水面积及级配材料的渗透系数等因素，经径流控制计算后确定。

(3) 本图对应 5.2 章节流程图 A-1、流程图 B、流程图 D。

5.3.6 互通立交

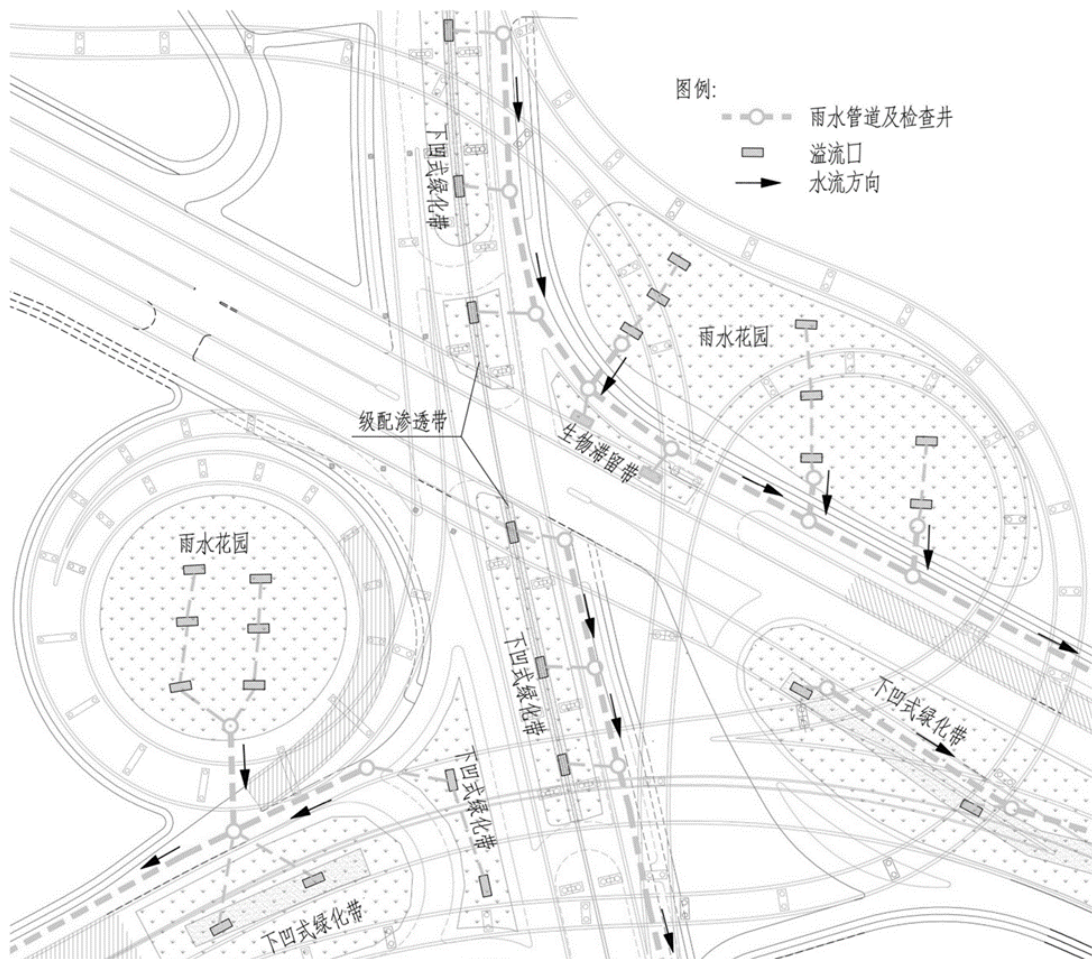


图 5.3.6 互通立交平面布置图

说明：

(1) 立交桥下方中央绿化带：可结合景观要求设置下沉式绿地，下沉式绿地设置一定宽度的级配渗透带，落水管下方设置砾石消能带，砾石消能带内侧设置挡水堰（详见 5.2 章节流程图 D）。土层含水饱和后水位上升，当水位高于溢流口溢流标高时，排入下游雨水管道系统排走。

(2) 立交匝道区域：可根据景观要求因地制宜地设置形状各异的海绵设施，如生物滞留带、下沉式绿地、雨水花园、雨水塘等设施。当立交匝道红线区外有水塘/湿地等可利用时，亦可将立交匝道区内海绵设施与区外水塘/湿地等相连接，以便充分发挥相关海绵设施的功能。

6 设施设计

6.1 透水铺装

6.1.1 人行道、非机动车道设置要求

(1) 透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖、透水水泥混凝土和透水沥青混凝土。透水铺装主要适用于人行道，透水混凝土结构适用于人行道、非机动车道。

表 6.1.1 人行道、非机动车道铺装结构组成表

结构层	功能	材料
面层	直接承受荷载、透水、贮存、抗磨损、抗滑	透水砖、透水沥青混凝土、透水水泥混凝土
找平层	透水、施工找平、连接面层与基层	干硬性水泥砂浆
基层	主要承受荷载、透水、贮水	透水水泥混凝土

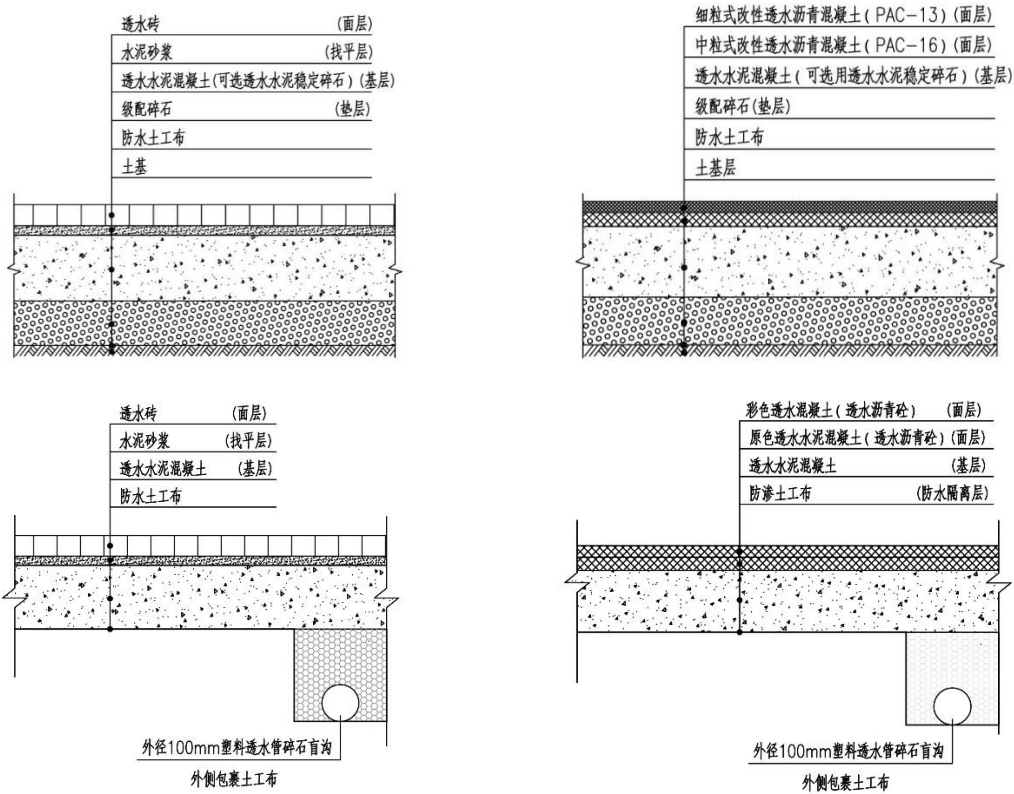


图 6.1.1 透水铺装基本结构图

(2) 面层材料

1) 透水砖：以无机非金属材料为主要原料，经成型等工艺处理后制成，具有较大水渗透性能的铺地砖；

2) 聚合物纤维混凝土透水砖：材质为花岗岩石骨料，高强水泥和水泥聚合物增强剂，并掺合聚丙烯纤维、送料配比严密，搅拌后经压制成形；

3) 彩石复合混凝土透水砖：材质面层为天然彩色花岗岩、大理石与改性环氧树脂胶合，再与底层聚合物纤维多孔混凝土经压制复合成形；

4) 彩石环氧通体透水砖：材质骨料为天然彩石与进口改性环氧树脂胶合，经特殊工艺加工成形，此产品可预制，还可以现场浇制；

5) 陶瓷透水砖：利用陶瓷原料经筛分选料，组织合理颗粒级配，添加结合剂后，经成型、烘干、高温烧结而形成的优质透水建材；

6) 生态砂基透水砖：生态砂基透水砖的原理是经过破坏水的表面张力而到达透水的效果，可以有用的处理传统透水资料中呈现的孔隙阻塞的问题。

(3) 基层材料

基层应选用透水水泥混凝土，厚度宜为 150mm，透水水泥混凝土应符合以下要求：

1) 透水水泥混凝土的性能要求应符合《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T 135）规定；

2) 当透水水泥混凝土作为基层时，应满足抗压强度 $\geq 20\text{MPa}$ 、弯拉强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ 、透水系数（15℃） $\geq 0.5\text{mm/s}$ 、连续孔隙率 $\geq 10\%$ 的要求。

6.1.2 透水铺装指标要求应满足《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T 190）、《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T 135），其余各结构层材料技术指标要求详见《城镇道路路面设计规范》（CJJ 169）。

6.1.3 地下水位或不透水层埋深小于 0.6m 时不宜采用透水路面。

6.2 路缘石

6.2.1 路缘石设置在中间分隔带、两侧分隔带及路侧带两侧，分为立缘石和平缘石。为实现雨水在绿化带等位置的蓄、滞、净功能，高出路面的路缘石应设置不同形式的开口方式，路面雨水通过不同形式的路缘石进入下沉式绿地、雨水花园

等。

6.2.2 普通路缘石

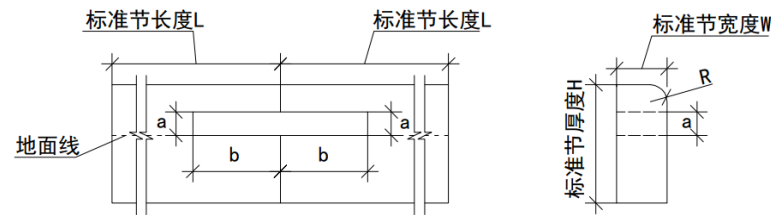


图 6.2.2-1 立缘石开口方式（一）

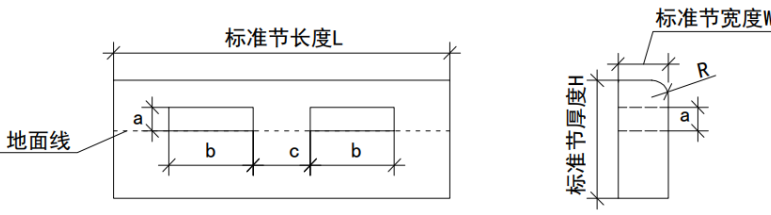


图 6.2.2-2 立缘石开口方式（二）

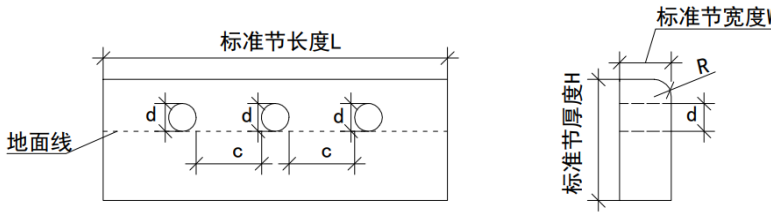


图 6.2.2-3 立缘石开口方式（三）

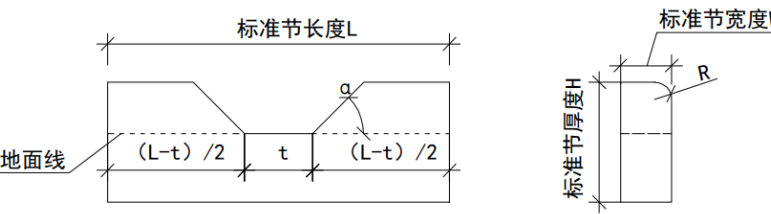


图 6.2.2-4 立缘石开口方式（四）

表 6.2.2 缘石开口推荐尺寸一览表

开口方式	尺寸一（mm）	尺寸二（mm）	备注
方式一	a=70，b=250	a=80，b=200	所列尺寸为目前常用尺寸， 开口间距可取 15cm 左右， 具体可根据道路宽度确定。
方式二	a=70，b=250，c=200	a=80，b=200，c=200	
方式三	d=100，每个标准段开口个数 $n \geq 3$		
方式四	t=200， $\alpha=45^\circ$	t=200， $\alpha=53^\circ$	

- (1) 路缘石规格 L、W、H、弧度半径 R 由实际情况确定。
- (2) 路缘石开口尺寸 a、b、c、d、t 值以及路缘石开口间隔根据服务汇水面

积确定，同时要考虑路缘石的承载力，开口不宜过大、过密。

- (3) 路缘石开口处平时宜适当下凹, 以增大开口过水能力放置路面积水。
- (4) 路缘石开口部位应安装低碳钢丝网拦截路面垃圾。
- (5) 当路面采用透水铺装时, 路缘石开口可位于地面线以下。
- (6) 路缘石常用指标参数可参见图集《城市道路-路缘石》(05MR404)。

6.2.3 格栅式立缘石

当路面垃圾较多时,可采用在路缘石开口处增加格栅的做法以阻挡较大的垃圾进入下沉式绿地;

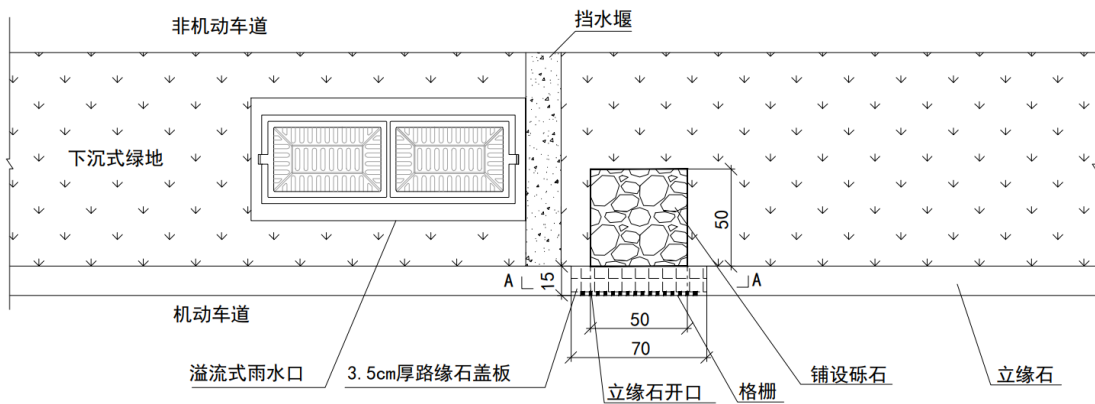


图 6.2.3-1 路缘石开口及下沉式绿化带平面示意图 (单位: cm)

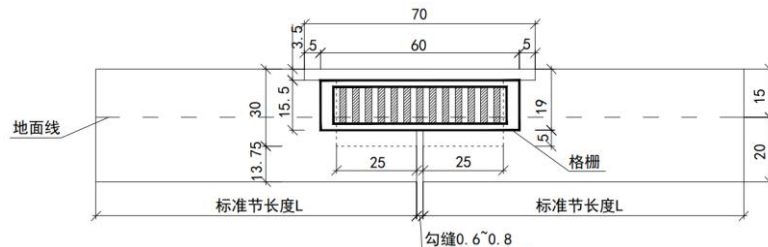


图 6.2.3-2 15×35 石质立缘石立面图 (单位: cm)

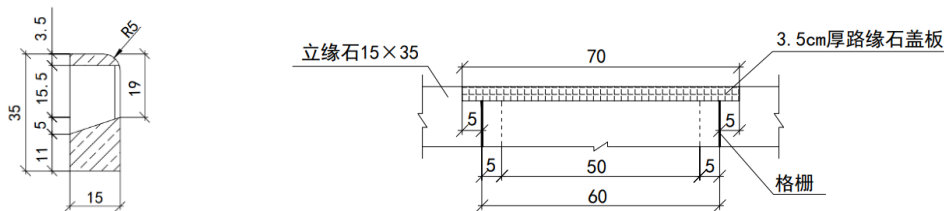


图 6.2.3-3 15×35 石质立缘石截面图与 A-A 断面图 (单位: cm)

- (1) 当道路纵坡大于 1% 时, 生物滞留设施应设置挡水堰。
- (2) 溢流口不应靠近开孔路缘石设置, 宜设置在两处路缘石开孔中间位置, 以便尽可能延长雨水径流路径。

6.2.4 路缘石过流能力可按照下式计算：

$$Q = 0.385 \times b \sqrt{2g} H_0^{\frac{2}{3}} \quad (\text{式 } 6.2.4)$$

式中：Q——过流能力（m³/s）

b ——开口宽度（m）

H₀——包括行近流速的进水水头（m）

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}$$

H——进水水头（m）

v₀——行近流速（m/s）

（注：公式 6.2.4 参考《给水排水设计手册第 5 册》堰流推导确定。）

6.3 环保型雨水口

6.3.1 环保型雨水口应包括下列构造：箱体、截污挂篮、溢流件等。

6.3.2 环保型雨水口设置要求

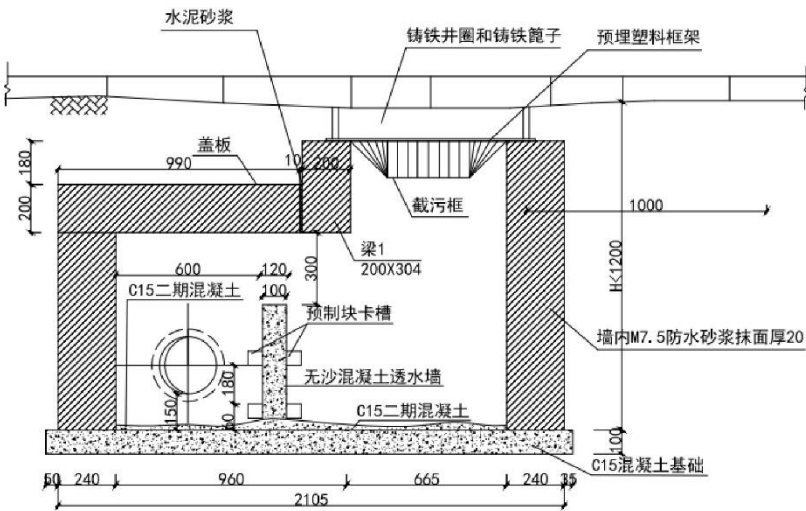


图 6.3.2 环保型雨水口典型构造示意图（单位：mm）

- （1）箱体承重应满足道路设计荷载要求。
- （2）环保雨水口应具有防止垃圾直接扫入雨水管道的功能。
- （3）雨水口整体过流能力应满足道路排水设计要求，截污挂篮过流能力不应小于雨水篦子。
- （4）雨水口圈表面高程应比该道路路面低 30mm，并与附近路面接顺。

6.4 初期雨水弃流井

6.4.1 初期雨水弃流井应能处理汇水面内 5mm~10mm 的初期雨水，初期雨水的污染物去除率应大于 70%（以 SS 计算）。

6.4.2 初期雨水弃流井服务区域的最远点至弃流设施的距离不宜大于 300m。

6.4.3 初期雨水弃流井设置要求

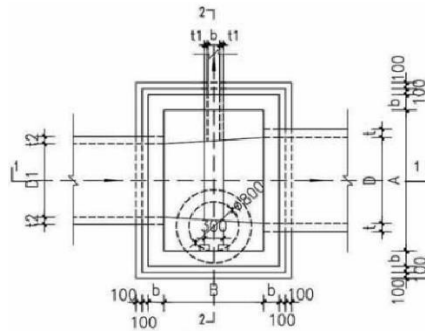


图 6.4.3-1 初期雨水弃流井井室平面图（单位：mm）

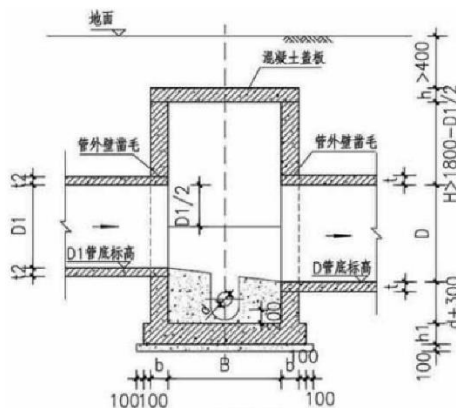


图 6.4.3-2 初期雨水弃流井 1-1 剖面图（单位：mm）

（1）流槽高度：上下游相同管径的管道连接时，流槽顶与管中心平；上下游不同管径的管道连接时，流槽顶一般与小管中心平。

（2）雨水弃流管根据弃流量要求，进口处可局部适当封堵以缩小过水断面，宜可设置调流阀调节弃流流量。

（3）初期雨水弃流井应设置在雨水管道系统内（工业区道路等污染较为严重的区域应设置初期雨水弃流设施），弃流管连接至污水管道，弃流井间距应根据道路宽度、路面类型、初雨弃流厚度等综合分析确定。

6.5 下沉式绿地

6.5.1 下沉式绿地适用于绿化带宽度大于等于 2m 的城市道路。

6.5.2 下沉式绿地设置要求

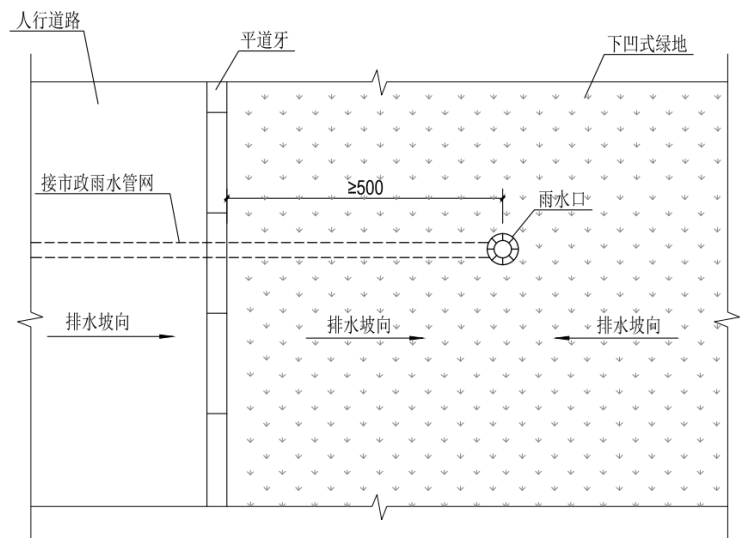


图 6.5.2-1 下沉式绿地做法（平面图）

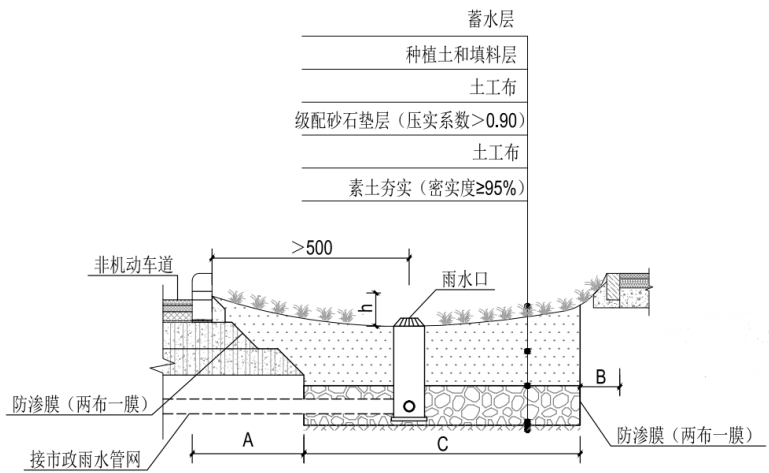


图 6.5.2-2 下沉绿化带节点一大样图

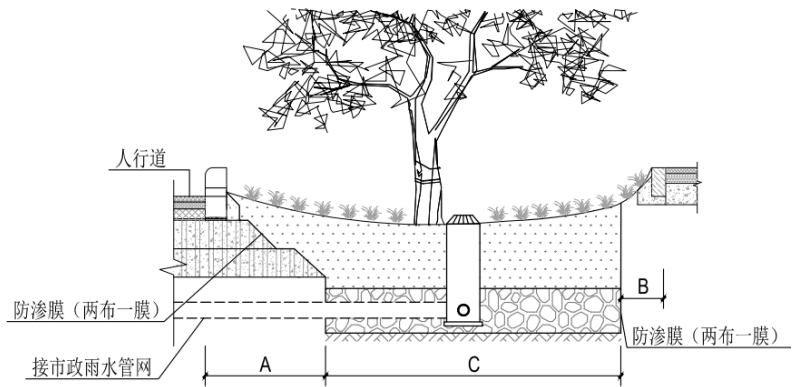


图 6.5.2-3 下沉绿化带节点二大样图

- (1) 下沉绿化带纵坡坡度应与道路一致。
- (2) 下沉绿化带低于周边最低路面，下沉深度 h 宜取 100mm~200mm，雨水滞留时间一般不应大于 24h。
- (3) 换填位置距绿化带边缘距离 A 和 B 根据具体路基情况而定；换填宽度 C 等于绿化带宽度减去 A 和 B ；导流软管的位置不影响树木和路灯的设置；树木和路灯周围不进行换填。
- (4) 溢流式雨水口避开树木和路灯设置；雨水口间距根据汇水面积计算确定；雨水口周围铺设鹅卵石，以免其损坏或造成隐患。
- (5) 道路雨水通过开口路缘石分散进入下沉绿化带，在开口路缘石处应设置缓冲措施。
- (6) 种植土一般由砂、堆肥和壤质土混合而成，渗透系数 $\geq 1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 。其重要成分中砂子含量为 60%~85%，有机成分含量为 5%~10%。黏土含量不超过 5%，碎石粒径范围为 5mm~20mm。
- (7) 种植土厚度取 200mm~450mm 具体依据种植植物而定；砾石层厚度应大于导流软管直径，导流软管位于砾石层顶部时，下部砾石层可发挥蓄水功能。
- (8) 下沉式绿地内应设置溢流口，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50mm~100mm，且应低于相邻路面。
- (9) 道路径流雨水进入绿化带前要做过滤净化处理。
- (10) 当绿化带宽度较窄 ($2\text{m} \leq B \leq 4\text{m}$) 时，宜选用节点一型即全部下沉；当绿化带宽度较宽 ($B > 4\text{m}$) 时，宜采用按径流控制相关要求计算后的宽度即选用节点二型（局部设置级配渗透带）。

6.6 转输型植草沟

6.6.1 转输型植草沟主要用于转输雨水径流，当道路一侧有山体时，为及时排除山体雨水可采用转输型植草沟。

6.6.2 转输型植草沟设置要求

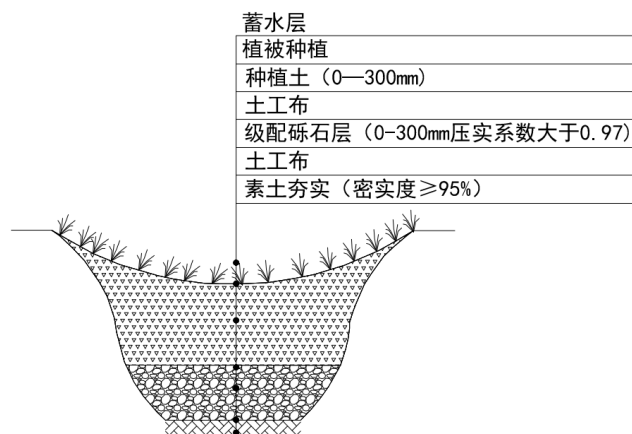


图 6.6.2 转输型植草沟

表 6.6.2 转输型植草沟设计参数表

各层结构	设计参数	备注
顶宽 B	1.0m~2.0m	
深度 H	150mm~1350mm	
长度	宜>30m	
边坡 (垂直: 水平)	≤1:3	
纵向坡度	0.3%~0.4%	当纵坡坡度较大时应设置为阶梯型植被浅沟或在中途设置消能合坎
最大径流速度	0.8m/s	
水利滞留时间	宜>6m~8m	
曼宁系数	0.2~0.3	
滞水层 h1	50mm~300mm	
种植土层 h2	100mm~250mm	可使用 50mm 树皮或碎石覆盖，h2 可视植物类别增加
碎石层 h3	100mm~250mm	粒径 Φ10~30
填料层 h4	200mm~500mm	可选用炉渣、细砂、碎石等
排水层 h5	200mm~300mm	碎石或砾石组成，粒径不小于收集管的开孔孔径

6.7 生物滞留带

6.7.1 生物滞留设施主要适用道路绿化带以及停车场的周边绿地。生物滞留设施按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带等。生物滞留设施宜分散布置且规模不宜过大。

6.7.2 生物滞留带设置要求

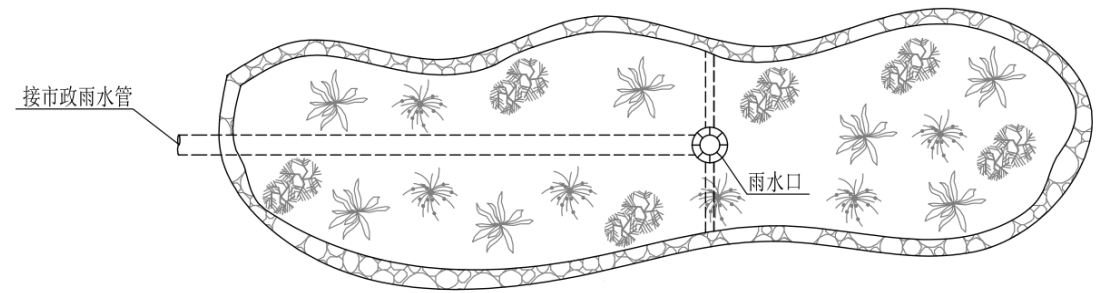


图 6.7.2-1 生物滞留设施做法平面图

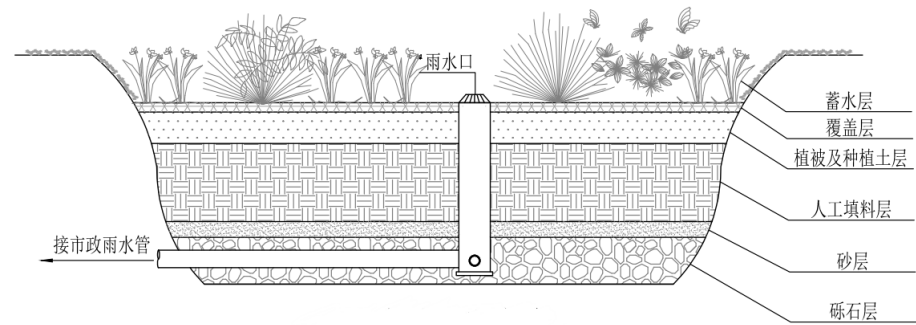


图 6.7.2-2 生物滞留带做法剖面图

表 6.7.2 雨水花园设计参数表

各层结构	设计参数	备注
滞水层	200mm~300mm	
覆盖层	50mm~100mm	可使用树皮及碎石
种植土层	草本 100mm~300mm	
	灌木 300mm~600mm	
	乔木 600mm~1200mm	视植被类别选定
填料层	200mm~1200mm	可选用炉渣、细砂、碎石等
排水层	200mm~300mm	碎石或砾石组成，粒径不小于穿孔收集管的开孔孔径

(1) 对于污染、盐碱严重的汇水区，应采取弃流、排盐等措施，防止高浓度污染物侵害植物，对于污染较轻的汇水区，应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池等对径流雨水进行预处理，去除大颗粒污染区并减缓流速。

(2) 应用于道路绿化隔离带，当道路纵坡大于 1% 时，应设置挡水堰或台坎以减缓流速从而增加雨水渗透量。在设施靠近路基部分处应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响。

(3) 雨水花园内应设置溢流口（溢流管、雨水口、渗透溢流井），溢流口顶部应预留 100mm 的超高，雨水滞留时间一般不应大于 24h。

(4) 雨水花园宜分散布置且规模不宜过大，雨水花园面积与汇水面积之比一般为 5%~10%。

(5) 雨水花园砾石层/人工填料层外包透水土工布，土工布规格 $200\text{g/m}^2 \sim 300\text{g/m}^2$ ，土工布搭接宽度不应少于 200mm。

(6) 当种植土的渗透系数小于 $1 \times 10^{-6}\text{m/s}$ 时，应进行换土（换土层介质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求；为防止换土层介质流失，换土层底部一般设置透水土工布隔离层），换土厚度依据预种植的植物类型确定。

(7) 穿孔收集管、溢水管可采用 UPVC、PPR、双螺纹渗管或双壁波纹管等材料，穿孔收集管管径大于 DN150，开孔率应控制在 1%~3% 之间。

(8) 净化型雨水花园适用于水环境要求高的地区，将道路径流污染尽可能过滤截留，以降低对排入水体的污染；滞留型雨水花园适宜于内涝频发区域，通过对雨水的滞留，降低下游暴雨径流量峰值，减缓内涝程度。

6.8 生态树池

6.8.1 水泥树池

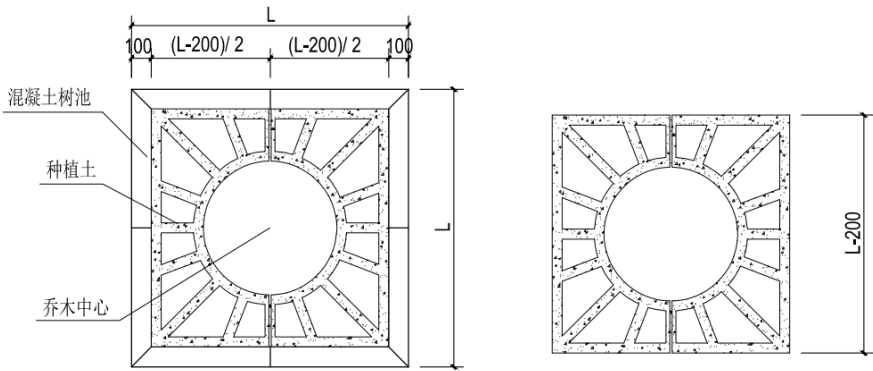


图 6.8.1-1 水泥树池平面图（单位：mm）

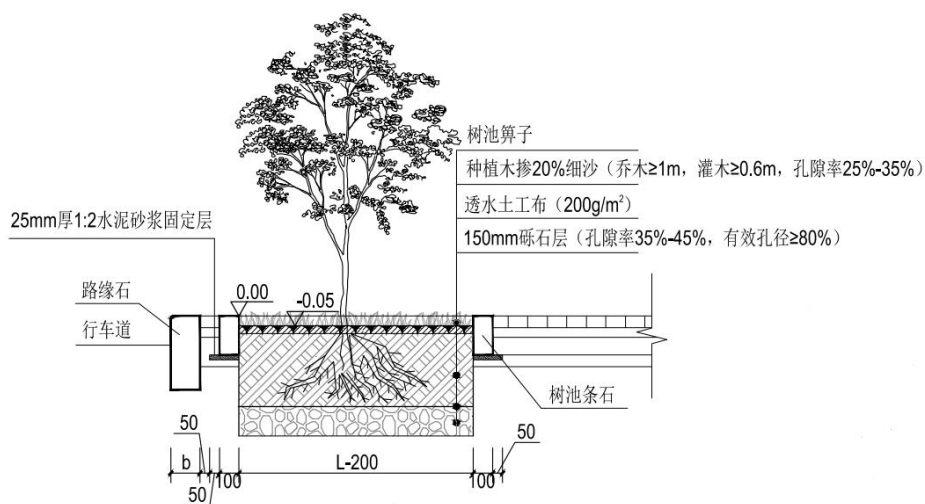


图 6.8.1-2 水泥树池剖面图（单位：mm）

（1）水泥树池适宜于种植土渗透能力低的区域，种植土低于路面 100mm，防止因雨水冲刷导致泥水溢出影响美观，绿化种植应贴近路缘石。

（2）对植物根系无损伤的情况下可使用树池篦子，树池篦子盖板造型应结合当地区域特色并满足植物生长需求，树池篦子宜厚度大于 40cm 承载力应达 2.5kN 以上，溺水面积应大于 80%，树池篦子颜色应与周边环境相协调。

（3）穿孔收集管、溢水管可采用 UPVC、PPR、双螺纹渗管或双壁波纹管等材料，穿孔收集管管径大于 DN100，开孔率应控制在 1%~3%之间。

（4）生态树池靠雨水汇集侧应设置相应的雨水过水设施。

6.8.2 净化型生态树池

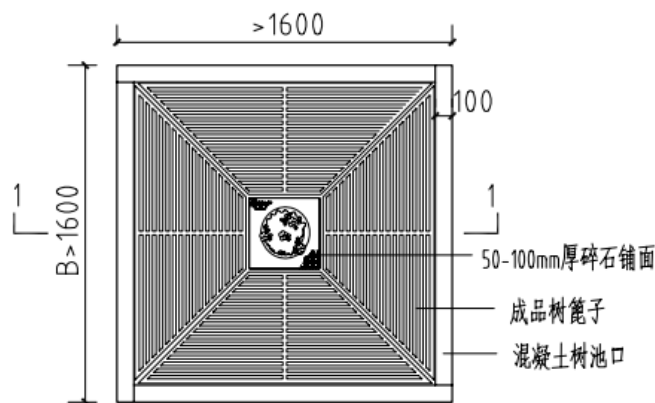


表 6.8.2-1 净化型生态树池剖面图（单位：mm）

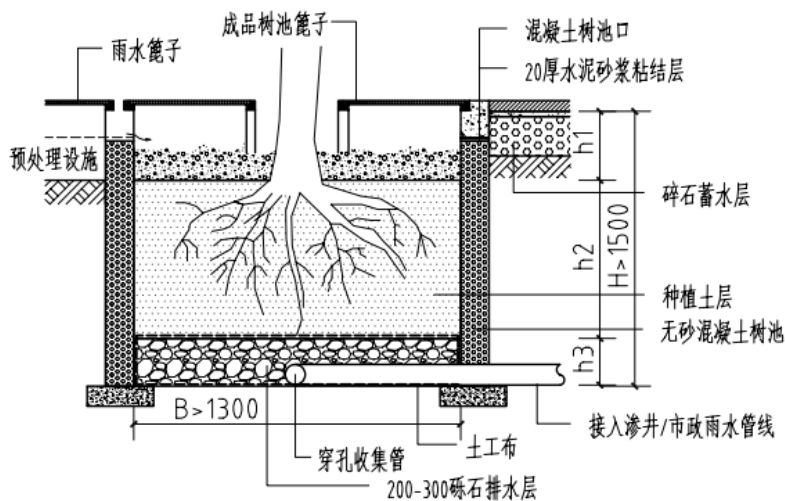


表 6.8.2-2 净化型生态树池剖面图（单位：mm）

（1）净化型生态树池适用于市政道路或铺装等径径流污染严重区域，可结合场地条件布置预处理设施。

（2）生态树池 B 值、H 值应由设计人员根据项目蓄渗容积计算确定，h1 值、h2 值、h3 值及每层填料配比，材料规格应根据项目对水体要求由设计人员确定，图上为参考值。

（3）生态树池外侧及底部填料层中间应设置透水土工布，防止周围原土侵入，土工布规格 $200\text{g/m}^2 \sim 300\text{g/m}^2$ ，土工布搭接宽度不应少于 200mm。

（4）进水管、排水管，穿孔收集管可采用 UPVC、PPR 等材料，双螺纹渗管或双壁波纹管等材料，穿孔收集管管径大于 DN150，开孔率应控 1%~3%之间，无砂混凝土的孔隙率应大于 20%。

（5）防渗层可选用 SBS 卷材土工布、PE 防水毯、GCL 防水毯、也可选用 HYP-GCL45 减渗毯或大于 300mm 厚粘土。

（6）生态树池靠雨水汇集侧应设置相应的雨水过水设施。

6.8.3 生态树池应设置沉沙设施，且沉沙设施应易于清理。

6.8.4 生态树池应具备雨水入渗功能。

6.8.5 生态树池应根据道路景观要求与行道树交错布置。

6.9 卵石沟

6.9.1 卵石沟主要用于中央绿化带等转输小面积径流雨水至雨水花园、下沉式绿地等生物滞留设施的可渗透渠道。其宽度可根据景观要求设置，在不影响雨水转输的情况下，局部可点缀植物。

6.9.2 卵石沟设置要求

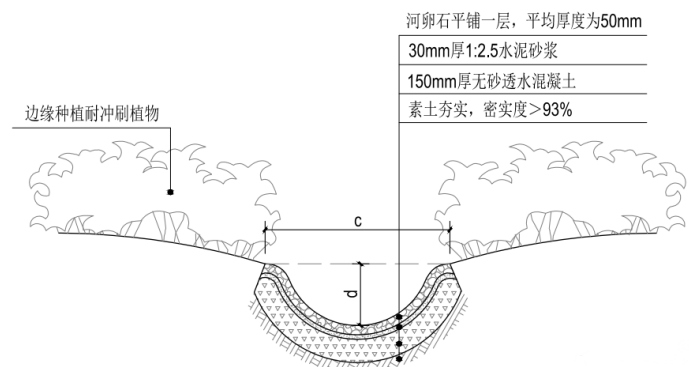


表 6.9.2 卵石沟做法大样图 (单位: mm)

- (1) 卵石沟采用河卵石平铺, 粒径范围可采用 30mm~40mm、50mm~60mm、60mm~80mm 比例分别为 50%、30%、20% (大颗粒在下小颗粒在上)。
- (2) 卵石沟宽度 c 取值宜 500mm~2000mm。
- (3) 卵石坑种植土层渗透系数 $\geq 1 \times 10^{-5}$ m/s。
- (4) 边坡坡度 (垂直: 水平) 一般不大于 1:3。

6.10 集水管

6.10.1 集水管宜结合植草沟设置, 适用于有雨水收集需求的场合。

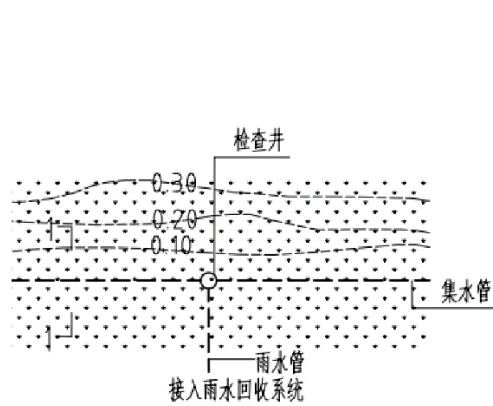


图 6.10.1-1 集水管平面图

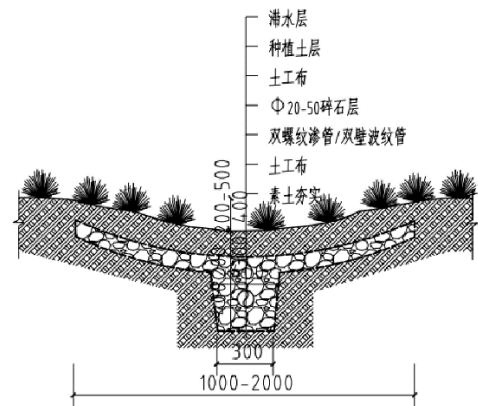


图 6.10.1-2 1-1 剖面图

6.10.2 绿地内埋管数量及管径经计算确定。管径较小时可采用 PVC 双螺旋渗

管，较大时可采用双壁波纹管开孔。埋管应以不小于 0.002 的坡度排向雨水井。

6.11 溢流口

6.11.1 下沉式绿地、雨水花园、生物滞留带等海绵设施在其收集雨水过程中，当土层含水饱和后水位上升，水位高于溢流口顶面标高时溢流入雨水口排入下游雨水管道系统排走，绿地内溢流口顶面标高应高于场地绿地最低处 50mm~100mm。溢流口有方形溢流口和圆形溢流口，具体可根据景观需求择优选用。

6.11.2 方形溢流口

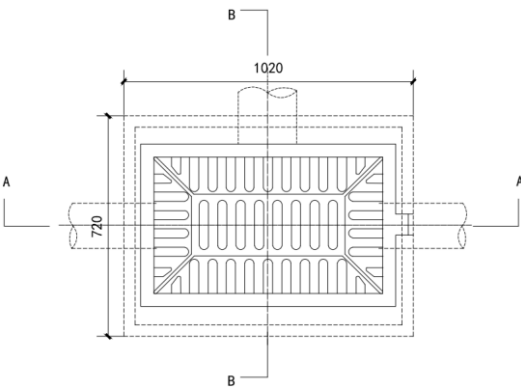


图 6.11.1-1 方形溢流口平面图（单位：mm）

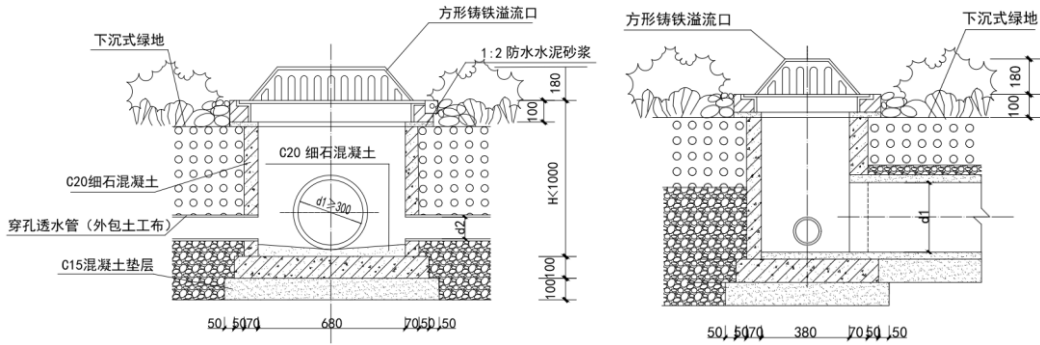


图 6.11.1-2 A-A 剖面图（单位：mm） 图 6.11.1-3 B-B 剖面图（单位：mm）

- (1) 本做法适用于下沉式绿地，溢流口最大流量为 30L/s。
- (2) 溢流口高于绿化底 100mm 设计，根据设计需要溢流水位标高可调整。
- (3) 铸铁溢流口为成品，采用铸铁材料，满足《铸铁检查井盖》(CJ/T 3012)标准要求，满足轻型井盖强度要求。
- (4) 方型溢流口井体参考《雨水口》(05S518)中单算雨水口做法。

6.11.3 圆形溢流口

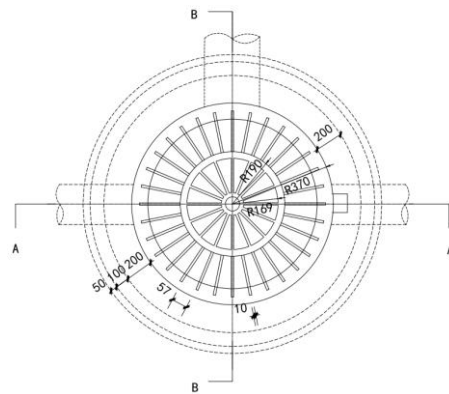


图 6.11.3-1 圆形溢流口平面图 (单位: mm)

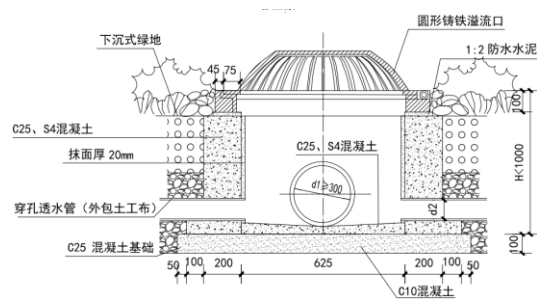


图 6.11.3-2 A-A 剖面图 (单位: mm)

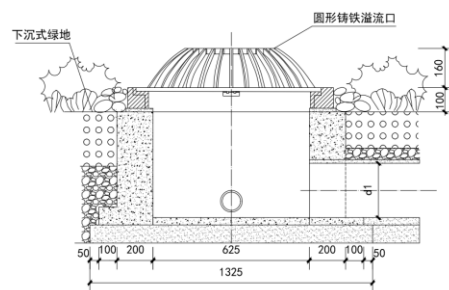


图 6.11.3-3 B-B 剖面图 (单位: mm)

- (1) 本做法适用于下沉式绿地，溢流口最大流量为 50L/s。
- (2) 溢流口高于绿化底 100mm 设计，根据设计需要溢流水位标高可调整。
- (3) 铸铁溢流口为成品，采用铸铁材料，满足《铸铁检查井盖》(CJ/T 3012)标准要求，满足轻型井盖强度要求。
- (4) 圆型溢流口井体参考《排水检查井》(06MS201-3)中 $\phi 1000$ 圆形砖砌雨水检查井做法。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位应建立健全质量保证体系和安全保证体系及管理制度，并贯彻执行。

7.1.2 施工前应进行现场调查、选择施工方法、编制施工方案和安全专项方案，施工过程中应做好防洪排涝措施及防风措施。

7.1.3 工程采用的材料应符合设计要求；应提供产品合格证书和检测报告；进场的材料应按规定抽样检验合格。

7.1.4 海绵设施应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工。

7.1.5 施工中采用的量具、器具应进行校对、标定，并应对进场进行检验。

7.1.6 海绵设施应按照先地下后地上的顺序进行施工，防渗、水土保持、土壤介质回填等分项工程的施工应符合设计文件及相关规范的规定。

7.2 海绵设施施工要求

7.2.1 透水铺装

(1) 透水砖铺装

1) 透水砖铺装应按下列工序施工：



2) 透水砖铺装施工应满足《透水砖路面技术规程》(CJJ/T 188)的规定，并符合下列要求：

① 路基、垫层、基层及找平层的施工可按现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1)执行，其透水性及有效孔隙率应满足设计要求；

② 面层施工前应按规定对道路各结构层、排水系统及附属设施进行检查验收，符合要求后方可进行面层施工；

③ 开工前，建设单位应组织设计、勘察单位向监理及施工单位移交现场测量地形、高程控制桩并形成文件。施工单位应结合实际情况，制定施工测量方案，建立测量控制网、线、点；

④ 透水路面施工前各类地下管线应先行施工完毕，施工中应对既有及新建

地上杆线、地下管线等建（构）筑物采取保护措施；

⑤ 施工地段应设置行人及车辆的通行与绕行路线的标志；

⑥ 当在雨期进行透水路面施工时，应结合工程实际情况制定专项施工方案，经批准后实施。

3) 透水铺装的垫层、基层、找平层、面层的做法应符合《透水砖路面技术规程》（CJJ/T 188）的要求。

（2）透水水泥混凝土路面

1) 透水水泥混凝土路面应按下列工序施工：



2) 透水水泥混凝土路面施工应符合下列规定：

① 透水水泥混凝土拌合物摊铺应均匀，平整度与排水坡度应符合要求，摊铺厚度应考虑松铺系数，松铺系数宜为 1.1；

② 透水水泥混凝土宜采用平整压实机。或采用低频平板振动器振动和专用滚压工具滚压。压实时应铺以人工补料及找平，人工找平时施工人员应穿上减压鞋进行操作；

③ 透水水泥混凝土压实后，宜使用抹平机对透水水泥混凝土面层进行收面，必要时配合人工拍实、整平。整平时必须保持模板顶面整洁，接缝处板面应平整；

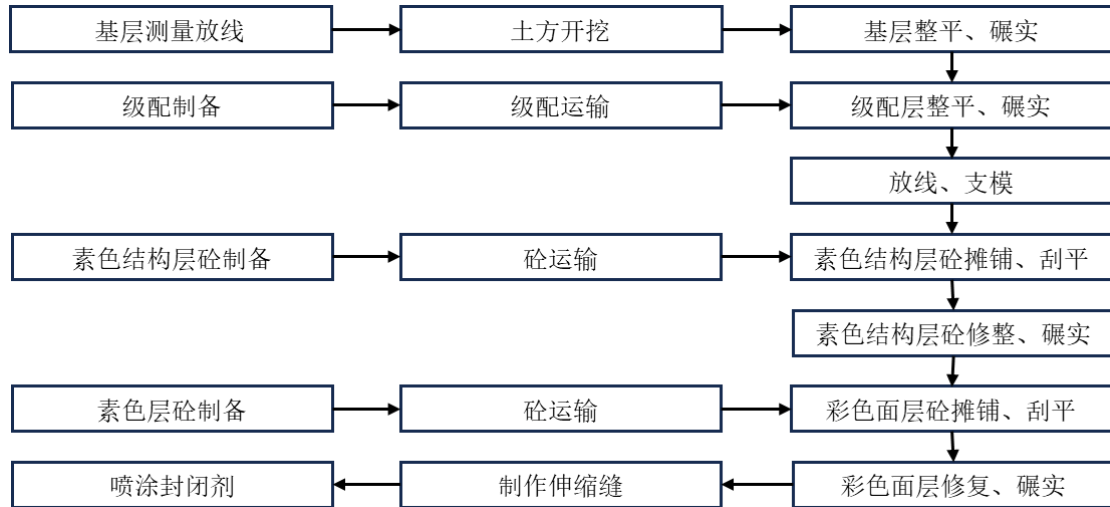
④ 透水混凝土不得在雨天施工，基层不宜在雨天施工；

⑤ 当室外最高温度达到 32℃及以上时，不宜施工；

⑥ 透水水泥混凝土路面施工完毕后，宜采用塑料薄膜覆盖等方法养护，养护时间应根据透水水泥混凝土强度增长情况确定，养护时间不宜小于 14d。

(3) 透水沥青混凝土路面

1) 透水沥青混凝土路面应按下列工序施工：



2) 透水沥青混凝土路面施工应符合下列规定：

- ① 透水性沥青路面开工前，宜铺筑单幅长度为 100m~200m 的试验路段，进行混凝土的试拌、试铺和试压，确定合适的施工工艺；
- ② 当遇到雨天或气温低于 10℃时，不得进行透水性沥青路面的施工；
- ③ 铺筑透水性沥青混凝土前，应对下层结构的质量进行检查，符合要求后方可进行面层施工；
- ④ 透水性沥青路面密实下承层应符合设计及施工规范要求，且坡度与路面设计坡度一致；透水性沥青路面施工前应均匀喷洒 $0.6\text{L}/\text{m}^2 \sim 1.0\text{L}/\text{m}^2$ 的改性乳化沥青粘层。粘层油的喷洒应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中的规定；
- ⑤ 透水性沥青混凝土的拌制、运输、摊铺、压实及成型应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定；
- ⑥ 透水性沥青路面与普通沥青路面衔接处，应做好封水、防水处理；
- ⑦ 透水性沥青混凝土人行道压实成型宜采用小于 12 吨钢轮压路机。压路机的轮迹应重叠 $1/3 \sim 1/4$ 碾压宽度。不得向压路机轮表面喷涂柴油类或油水混合液，需要时可喷涂清水或皂水；
- ⑧ 大孔隙沥青稳定碎石基层压实时，应根据设计要求选择钢筒式压路机与轮胎压路机或多台钢筒式组合的方式压实。

7.2.2 下沉式绿地

- (1) 种植土以排水良好的沙性壤土为宜，保证土壤渗透能力符合规范和设计要求，如土壤渗透性较差，应通过改良措施增大土壤渗透能力。
- (2) 下沉式绿地区域应尽量避免重型机械的碾压，对已压实的土壤需要借助机械改善土壤夯实度，可适量加入有机质、膨胀页岩、多孔陶粒等碎材来改良土壤结构。
- (3) 土壤渗透性较差时，可通过添加枝叶粉碎料、炉渣等措施增大土壤渗透能力，缩短下沉式绿地中植物的淹水时间。

7.2.3 植草沟

(1) 植草沟应按照下列工序施工：



(2) 挖槽及场地平整时应满足：

- 1) 土壤层不可压实，如果施工时出现压实需要将压实部分挖开重新回填；
- 2) 如果下层部分土壤很密实，可挖开采用其他合适土壤回填。

(3) 断面成形施工应满足：

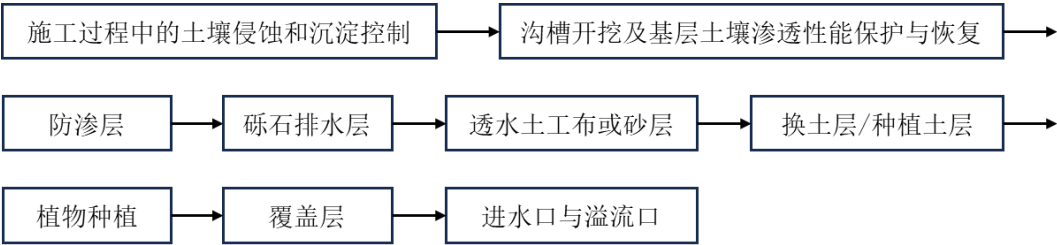
- 1) 按照周边道路坡度确定草沟坡度，每格 5m 检测与道路坡度是否一致；
- 2) 场地应平整，不含大块碎石等；
- 3) 断面形状应严格按设计要求施工，边坡可轻度压实保证其稳定；
- 4) 沿纵坡方向各断面应保持一致；
- 5) 可添加种植土以利于种植物生长，种植土应铺设平整，不得破坏坡度及断面形状。

(4) 种植物种植时应满足：

- 1) 先种植坡面和边坡，再种植沟底种植物。在种植沟底种植物前，应再次确认其坡度和形状是否被破坏；
- 2) 雨季施工时应采取防排水保土措施。

7.2.4 生物滞留带

生物滞留设施的施工工序应根据设施构造、场地条件等合理确定，一般工序为：



(1) 施工过程中的土壤侵蚀和沉淀控制

1) 生物滞留设施宜在其汇水面施工完成后进行，如周边绿地种植、道路结构层等施工均已完成；

2) 生物滞留设施沟槽周边应设置挡土袋、预沉淀池等，防止周边水土流失对沟槽渗透性能、深度造成影响。已完工的入水口设施应进行临时封堵。

(2) 沟槽开挖及基层土壤渗透性能保护与恢复

1) 入渗型生物滞留设施沟槽机械开挖、水泥混凝土拌合与挡墙砌筑作业等宜在沟槽外围进行，避免沟槽因重型机械碾压、水泥混凝土拌合作业等降低基层土壤渗透性能；

2) 已压实土壤可通过对不小于 300mm 厚度范围内的基层土壤进行翻土作业，尽量恢复其渗透性能，有条件的，应对施工前后的土壤渗透性能进行监测，以确定翻土厚度；应及时清理沟槽底部已板结的水泥混凝土；土壤渗透性能无法恢复时，设计单位应调整设计渗透值，重新校核设施设计渗透量；

3) 生物滞留设施边坡应进行压实以防止坍塌及水土流失；

4) 具有转输功能的生物滞留设施（如生物滞留带），为防止冲刷，沟底一般间隔设置挡水堰，沟槽开挖完成后，设计挡水堰的位置应设置临时挡水坝/袋，防止沟槽内土壤流失。

(3) 防渗层

防渗膜作为防渗材料时，应将沟槽内的石块、树枝等尖锐材料清理干净。

(4) 砾石排水层

砾石层应为洗净的碎石、砾石等材料，不含杂土。砾石层内穿孔排水管的开

孔孔径应小于砾石粒径，开孔率不小于 2%，穿孔排水管端头和侧壁应用透水材料（如滤网等）进行包裹。砾石排水层应采用土工布包裹的方式，避免换土层/种植土层内土壤随雨水流失进入排水层。

（5）透水土工布或砂层

透水土工布的作用为防止种植土随雨水流入砾石排水层，透水土工布搭接宽度不应小于 200mm，并防止尖锐物体损坏。

（6）换土层/种植土层

土壤或人工过滤介质应分层回填至设计高度。换土层四周用土工布包裹时，土工布搭接宽度不应小于 200mm，以避免周边土壤进入换土层。换土层/种植土层回填到设计高度后一段时间内发生沉降时，应进行补充回填。

（7）植物种植

植物种植应按种植设计图纸施工，也可按照实际景观效果最优的原则进行适当调整；进水口及溢流口处的种植密度可适当加密，利用植物拦截较大颗粒物垃圾。

（8）覆盖层（树皮、碎石等）

覆盖层主要作用为初步过滤细颗粒物，避免设施换土层/种植土层过早堵塞，同时具有防止冲刷的作用。覆盖层应根据植物种植，按照不漏土的原则进行铺设，还应考虑景观效果。

（9）进水口

利用地表有组织汇流方式收集汇水面径流雨水时，进水口的设置应根据施工图纸施工，实际施工过程中，应按照便于雨水汇入生物滞留设施的原则，对进水口位置进行适当调整，汇水面上高程最低点应设置进水口。

（10）溢流口

溢流口高程对于控制生物滞留设施的调蓄高度起到非常关键的作用，溢流口顶与生物滞留设施种植面间的空间为生物滞留设施有效调蓄空间，结构层回填高度应与设计高度一致，保证有效调蓄深度。溢流口顶一般应预留不小于 50mm 的超高。

7.2.5 其他设施应按照厂家要求施工。

8 验收

8.1 一般规定

8.1.1 市政道路的海绵城市验收应满足相关专业的工程验收标准。

8.1.2 验收合格后应有完整的竣工验收报告，报告应当写明市政道路海绵城市建设相关工程措施的落实情况，并向有关单位提交备案，并将有关设计、施工及验收的文件立卷归档。

8.1.3 海绵设施验收时应对溢流、清淤立管、观察孔等设施进行注水试验，以检查其排水通畅。

8.2 设施验收

8.2.1 有特殊土壤要求的市政道路海绵设施应按表 8.2.1 要求进行渗透率测试，每 100m³ 回填土应保留一个土样，以确保其满足设计要求。每个土样应大于 0.15m³，密封保存并标明其回填位置、回填日期、配置人员及该批配置土总量。

表 8.2.1 渗透率测点布置要求

设施	测点布置	测试方法
下沉式绿地	每 200m ² 一个测点	双环法
植草沟	每 100m 一个测点	双环法
透水铺装	每 2000m ² 一个测点	使用透水系数测试仪

8.2.2 透水砖和透水水泥混凝土铺装验收应满足《城镇道路工程施工及验收规范》（CJJ 1）和《透水砖路面技术规程》（CJJ/T 188）的规定。

8.2.3 下沉式绿地验收时应满足表 8.2.3 的要求。

表 8.2.3 下沉式绿地验收标准

项目	要求
外观	无缺陷，符合设计，要求美观
尺寸	符合设计要求
渗透率	符合设计要求
土壤	栽植土和渗滤材料不得污染水源
种植物	下沉式绿地栽植的品种、规格和单位面积栽植数应符合设计要求
溢流口	高度符合要求，排水通畅
隐蔽工程	检查隐蔽工程视频（图片）资料，符合施工要求

8.2.4 植草沟验收时应满足表 8.2.4 的要求。

表 8.2.4 植草沟验收标准

项目	要求
外观	无缺陷，符合设计，要求美观
尺寸	符合设计要求
渗透率	符合设计要求
土壤	栽植土和渗滤材料不得污染水源
种植物	下沉式绿地栽植的品种、规格和单位面积栽植数应符合设计要求
断面	符合设计要求
溢流口	高度符合要求，排水通畅
隐蔽工程	检查隐蔽工程视频（图片）资料，符合施工要求

8.2.5 生物滞留带验收时应满足表 8.2.5 的要求。

表 8.2.5 生物滞留带验收标准

项目	要求
外观	无缺陷，符合设计，要求美观
尺寸	符合设计要求
渗透率	符合设计要求
水质处理效果	符合设计要求
土壤	种植土和渗滤材料不得污染水源
种植物	下沉式绿地栽植的品种、规格和单位面积栽植数应符合设计要求
溢流口或清淤立管	溢流口或清淤立管高度符合要求，排水通畅
隐蔽工程	检查隐蔽工程视频（图片）资料，符合施工要求

8.2.6 其他雨水净化设施（环保雨水口、生态树池、初雨处理设施）验收时应满足表 8.2.6 的要求。

表 8.2.6 其他雨水净化设施验收标准

项目	要求
外观	无缺陷，符合设计，要求美观
尺寸	符合设计要求
水质处理效果	符合设计要求
强度	符合设计要求
隐蔽工程	检查隐蔽工程视频（图片）资料，符合施工要求

9 运行维护

9.1 一般规定

9.1.1 道路海绵城市设施应按道路要求进行定期巡视维护，消除安全隐患，确保其安全和正常运行。

9.1.2 道路海绵城市设施应进行日常巡视和特殊巡视，日常巡视应定期进行，特殊巡视应在台风、暴雨等特殊天气过程结束后进行。

9.1.3 道路海绵城市设施应进行常规维护和巡视中发现问题后的针对性维护。

9.2 设施维护

9.2.1 透水砖铺装

(1) 透水砖铺装的日常运行应满足表 9.2.1-1 的要求。

表 9.2.1-1 透水砖铺装运行标准

项目	运行标准
路面卫生	路面无泥土淤积及垃圾堆积
透水砖破损	透水路面无明显破损
透水砖平整	透水路面无不均匀沉降
透水砖透水	暴雨结束后 1h 路面无积水

(2) 透水砖铺装的巡视中应检查是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.1-2 的要求进行。

表 9.2.1-2 透水砖铺装巡视要求

巡视项目	运行标准
透水路面	1.按道路巡视要求 2.特殊天气后 24h 内

(3) 透水砖铺装的维护应按表 9.2.1-3 的要求进行。

表 9.2.1-3 透水砖铺装维护要求

维护项目	维护重点	维护周期	维护方法
路面卫生	清扫垃圾	1.按照环卫要求日常定期清扫 2.巡视中发现路面卫生不满足运行标准时	
透水砖破损	更换破损的透水砖	根据透水砖破损巡视状况确定	
透水砖平整	局部修整找平	根据透水砖平整巡视	

维护项目	维护重点	维护周期	维护方法
		状况确定	
透水砖透水	去除透水砖空隙中的土粒或细沙	1.不少于6个月1次 2.根据透水砖透水巡视状况确定	可采用高压水流（5MPa~20MPa）冲洗法、压缩空气冲洗法，也可采用真空吸附法
	疏通穿孔管	根据透水砖透水巡视状况确定	通过从清淤口注水疏通
	更换全部透水砖	1.道路大修时 2.根据透水砖透水巡视状况确定	
	更换找平层、垫层、穿孔管	更换全部透水砖时	

（4）透水砖铺装路面上不得堆放渣土或垃圾。

9.2.2 透水水泥混凝土/透水沥青铺装

（1）透水水泥混凝土/透水沥青铺装的日常运行应满足表 9.2.2-1 的要求。

表 9.2.2-1 透水水泥混凝土/透水沥青铺装运行标准

项目	运行标准
路面卫生	路面无泥土淤积及垃圾堆积
透水路面破损	透水路面无明显破损
透水路面平整	透水路面无不均匀沉降
透水路面透水	暴雨结束后 1h 路面无积水

（2）透水水泥混凝土/透水沥青铺装的巡视中应检查是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.2-2 的要求进行。

表 9.2.2-2 透水水泥混凝土/透水沥青铺装巡视要求

巡视项目	运行标准
透水路面	1.按道路巡视要求 2.如周边有建筑工地，有运土车经过，周期适当缩短 3.特殊天气后 24h 内

(3) 透水水泥混凝土/透水沥青铺装的维护应按表 9.2.2-3 的要求进行。

表 9.2.2-3 透水水泥混凝土/透水沥青铺装维护要求

维护项目	维护重点	维护周期	维护方法
路面卫生	清扫垃圾	1.按照环卫要求日常定期清扫 2.巡视中发现路面卫生不满足运行标准时	
透水路面破损	修补破损的路面	根据透水路面破损巡视状况确定	
透水路面平整	局部修整找平	根据透水路面平整巡视状况确定	
透水路面透水	去除透水铺装空隙中的土粒或细沙	1.不少于6个月1次 2.根据透水路面透水巡视状况确定 3.出现运输渣土或油料车辆发生倾覆或泄漏事故后24h内	可采用高压水流(5MPa~20MPa)冲洗法、压缩空气冲洗法,也可采用真空吸附法
	更换找平层、基层、垫层、防水封层等	1.道路大修时 2.根据透水路面透水巡视状况确定	

(4) 渣土运输车辆通过透水水泥混凝土/透水沥青铺装路面前应做防撒落措施。

9.2.3 路缘石

(1) 路缘石的日常运行应满足表 9.2.3-1 的要求。

表 9.2.3-1 排水路缘石运行标准

项目	运行标准
检修口	1.检修口内无淤泥或垃圾 2.日常运行中检修口处于关闭状态
路缘石内排水状况	路缘石内排水畅通,排水能力满足设计要求
路缘石破损情况	路缘石无破损

(2) 巡视中应检查路缘石是否满足运行标准,巡视周期应按表 9.2.3-2 的要求进行。

表 9.2.3-2 排水路缘石巡视要求

巡视项目	运行标准
检修口	1.不少于3个月1次 2.特殊天气预警后,降雨来临前 3.特殊天气后24h内
路缘石内排水状况	
路缘石破损情况	

(3) 路缘石的维护应按表 9.2.3-3 的要求进行。

表 9.2.3-3 排水路缘石设施维护要求

维护项目	维护重点	维护周期
检修口	清掏检修口中的垃圾	1.不少于 3 个月 1 次 2.特殊天气后 24h 内
路缘石内排水状况	清理路缘石内垃圾	1.不少于 6 个月 1 次 2.特殊天气后 24h 内
路缘石破损情况	更换破损路缘石	根据路缘石破损情况巡视结果

9.2.4 初雨处理设施

(1) 初雨处理设施的日常运行应满足表 9.2.4-1 的要求。

表 9.2.4-1 初雨处理设施运行标准

项目	运行标准
截污提篮	1.截污提篮无损坏 2.截污提篮内垃圾不超过容积的 70%
过滤件	1.过滤料包完好未破损 2.降雨等级不超过大暴雨的情况下半小时内雨水无溢流 3.雨水排空时间不大于 24h 4.溢流水质检测满足设计要求；当无法检测时，目测水质较好
内外溢流口	溢流口未堵塞

(2) 巡视中应检查初雨处理设施是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.4-2 的要求进行。

表 9.2.4-2 初雨处理设施巡视要求

项目	运行标准
截污提篮	1.不少于 1 个月 1 次 2.特殊天气预警后，降雨来临前 3.特殊天气后 24h 内
过滤料包	1.不少于 3 个月 1 次 2.特殊天气后 24h 内
内外溢流口	1.不少于 6 个月 1 次
溢流水质、水量	2.特殊天气后 24h 内

(3) 初雨处理设施的维护应按表 9.2.4-3 的要求进行。

表 9.2.4-3 初雨处理设施维护要求

维护项目	维护重点	维护周期
截污提篮	1.清理截污提篮内垃圾 2.更换破损截污提篮	1.不少于 3 个月 1 次 2.根据巡视结果
过滤件	更换吸油棉	1.根据场地污染程度不同 1 年 2 次或 3 次 2.根据巡视结果
	更换过滤料包	
	清理内框	
	疏通入渗孔	1.更换过滤料包后雨水排空时间仍然不能满足要求时 2.使用 3~5 年后
溢流口	清理溢流口	1.不少于 6 月 1 次 2.根据巡视结果

9.2.5 生态树池

(1) 生态树池的日常运行应满足表 9.2.5-1 的要求。

表 9.2.5-1 生态树池运行标准

项目	运行标准
树木	树木长势良好，满足设计及景观要求
截污提篮	1.截污提篮未损坏 2.截污提篮内垃圾不超过容积的 70%
溢流口、格栅	溢流口未被垃圾或其它杂物堵塞
溢流水质及水量	1.降雨等级不超过大暴雨的情况下半小时内雨水无溢流 2.溢流水质检测满足设计要求；当无法检测时，目测水质较好

(2) 巡视中应检查生态树池是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.5-2 的要求进行。

表 9.2.5-2 生态树池巡视要求

项目	运行标准
树木	1.竣工 2 年内不少于 2 个月 1 次 2.竣工 2 年后不少于 3 个月 1 次
截污提篮	1.不少于 1 个月 1 次 2.特殊天气预警后，降雨来临前 3.特殊天气后 24h 内
溢流口、格栅	1.不少于 6 个月 1 次
溢流水质及水量	2.特殊天气后 24h 内

(3) 生态树池的维护应按表 9.2.5-3 的要求进行。

表 9.2.5-3 生态树池维护要求

维护项目	维护重点	维护周期
树木	1.如树木死亡，尽快补种 2.根据绿化要求修剪、维护树木	1.竣工 2 年内不少于 4 个月 1 次 2.竣工 2 年后不少于 6 个月 1 次 3.根据巡视结果
截污提篮	1.清理截污提篮内垃圾 2.更换破损截污提篮	1.不少于 3 个月 1 次 2.根据巡视结果
溢流口、格栅	清理溢流口、格栅处的垃圾	
溢流水质及水量	更换土壤	1.不少于 2 年 1 次 2.根据巡视结果

9.2.6 下沉式绿地

(1) 下沉式绿地的日常运行应满足表 9.2.6-1 的要求。

表 9.2.6-1 下沉式绿地运行标准

项目	运行标准
植物	绿地内无杂草，且植物至少覆盖 90%的绿地面积
排空时间	1.满足根据设计制定的运行标准 2.如设计中无要求，雨水排空时间小于 24h

(2) 巡视中应检查下沉式绿地是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.6-2 的要求进行。

表 9.2.6-2 下沉式绿地巡视要求

项目	运行标准
植物	1.竣工 2 年内不少于 1 个月 1 次 2.竣工 2 年后不少于 3 个月 1 次
溢流口	1.竣工 2 年内不少于 3 个月 1 次 2.竣工 2 年后不少于 6 个月 1 次
排空时间	3.特殊天气预警后，降雨来临前 4.特殊天气过后 24h 内

(3) 下沉式绿地的维护应按表 9.2.6-3 的要求进行。

表 9.2.6-3 下沉式绿地维护要求

维护项目	维护重点	维护周期	维护方法
植物	1.补种植物 2.施肥 3.清除杂草，修剪植物	1.按不同植物生长要求定期维护 2.根据植物巡视结果	
溢流口	溢流口未被堵塞	1.不少于 6 个月 1 次 2.根据溢流口巡视结果	
排空时间	疏通穿孔管（如有设置） 疏通排水管	1.不少于 6 个月 1 次 2.根据排空时间巡视结果	可利用从清淤立管注水的方式进行

9.2.7 植草沟

(1) 植草沟的日常运行应满足表 9.2.7-1 的要求。

表 9.2.7-1 植草沟运行标准

项目	运行标准
植物	1.沟内无杂草，植物无枯死，且覆盖率不低于 90% 2.植物高度满足表 9.2.7-4 要求
植草沟断面形状	边坡无坍塌，坡度符合设计要求
沟内淤泥及垃圾	沟内无泥土淤积及垃圾堆积
溢流口	未被堵塞
出水	出水水质、水量满足设计要求
安全警示标志	安全警示标志完好，未被遮挡

(2) 巡视中应检查植草沟是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.7-2 的要求进行。

表 9.2.7-2 植草沟运行标准

项目	运行标准
植物	1.竣工 2 年内不少于 1 个月 1 次 2.竣工 2 年后不少于 3 个月 1 次
植草沟断面形状	1.竣工 2 年内不少于 2 个月 1 次
沟内淤泥及垃圾	2.竣工 2 年后不少于 4 个月 1 次
溢流口	3.特殊天气预警后，降雨来临前
出水	4.特殊天气过后 24h 内
安全警示标志	不少于 3 个月 1 次 特殊天气后 24h 内

(3) 植草沟的维护应按表 9.2.7-3 和表 9.2.7-4 的要求进行。

表 9.2.7-3 植草沟维护要求

维护项目	维护重点	维护周期	维护方法
植物	1.补种植物 2.清除杂草、施肥 3.按照要求修剪植物	1.按不同植物生长要求 定期维护 2.根据植物巡视结果	
沟内淤泥及垃圾	清理沟内的淤泥和垃圾	1.不少于 2 个月 1 次 2.根据沟内淤泥及垃圾 巡视结果	
植草沟断面形状	1.修补坍塌部位，保持断面形状 2.修正草沟底部，保持草沟坡度	1.不少于 4 个月 1 次 2.根据相应项目的巡视结果	
出水	清理穿孔管 疏通雨水连接管		可采用从清淤立管 注水冲洗的方式
安全警示标志	确保安全警示标志完好，未被遮挡	根据安全警示标志巡视结果	

表 9.2.7-4 植草沟植物修剪高度要求（单位：mm）

设计高度	最大高度	修剪后高度
50	75	40
100	140	80
150	180	120

9.2.8 生物滞留设施

(1) 生物滞留设施的日常运行应满足表 9.2.8-1 的要求。

表 9.2.8-1 生物滞留带运行标准

项目	运行标准
植物	植物无枯死，覆盖率不低于 90%。植物高度满足设计要求
进水及配水设施	进水管道的未被堵塞。配水设施无淤积
溢流口	溢流口未被堵塞
穿孔管	穿孔管未被堵塞
雨水排空时间	1.排空时间满足根据设计制定的运行标准 2.如设计中无要求，雨水排空时间小于 36h
蓄水层	蓄水层中无泥沙淤积，边坡完好，无坍塌
覆盖层	覆盖层平整，下层的种植土壤无漏出
出水水质	出水水质检测满足设计要求；当无法检测时，目测出水水质较好

(2) 巡视中应检查生物滞留带是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.8-2 的要求进行。

表 9.2.8-2 生物滞留带巡视要求

项目	运行标准
植物	竣工 2 年内不少于 1 个月 1 次。竣工 2 年后不少于 3 个月 1 次
进水及配水设施	1.竣工 2 年内不少于 3 个月 1 次。竣工 2 年后不少于 6 个月 1 次
溢流口	2.特殊天气预警后，降雨来临前
穿孔管	3.特殊天气后 24h 内
雨水排空时间	1.竣工 2 年内不少于 3 个月 1 次。竣工 2 年后不少于 6 个月 1 次 2.特殊天气后 24h 内
蓄水层	
覆盖层	
出水水质	

(3) 生物滞留带的维护应按表 9.2.8-3 的要求进行。

表 9.2.8-3 生物滞留带维护要求

维护项目	维护重点	维护周期	维护方法
植物	1.及时补种修剪植物、清除杂草 2.施肥	1.不少于 3 个月 1 次 2.根据植物巡视结果	
进水及配水设施	1.疏通进水管 2.清洗或更换配水设施	1.不少于 3 个月 1 次 2.根据巡视结果	
溢流口	溢流口未被堵塞		
蓄水层	清扫蓄水层的垃圾及淤泥	1.不少于 3 个月 1 次 2.根据巡视结果	
覆盖层	更换覆盖层	1.不少于 1 年 1 次 2.根据植物巡视结果	
穿孔管	疏通穿孔管	1.不少于 6 月 1 次 2.根据排空时间巡视结果	可采用从清淤立管注水冲洗的方式
雨水排空时间、出水水质	更换种植土	1.不少于 1 年 1 次 2.重新种植物时	
	更换人工填料层、砂层、砾石层和土工布	1.疏通穿孔管、更换种植土壤后雨水排空时间和水质仍然不满足设计要求时 2.使用 5~10 年后	

9.2.9 环保雨水口

(1) 环保雨水口的日常运行应满足表 9.2.9-1 的要求。

表 9.2.9-1 环保雨水口运行标准

项目	运行标准
雨水篦子	1.雨水篦子无缺失或破损 2.雨水篦子上未挂有垃圾，未被堵塞
截污提篮	1.截污提篮无损坏 2.截污提篮内垃圾不超过容积的 70%
过滤件	1.小于 20mm/h 降雨半小时内无雨水从溢流口溢流 2.出水水质检测满足设计要求；当无法检测时，目测水质较好

(2) 巡视中应检查环保雨水口是否满足运行标准，巡视周期应按表 9.2.9-2 的要求进行。

表 9.2.9-2 环保雨水口巡视要求

项目	运行标准
雨水篦子	1.不少于 1 周 2 次 2.特殊天气后 6h 内
截污提篮	1.不少于 1 个月 1 次 2.特殊天气预警后，降雨来临前 3.特殊天气后 24h 内
过滤件	1.不少于 6 个月 1 次 2.特殊天气后 24h 内

(3) 环保雨水口的维护应按表 9.2.9-3 的要求进行。

表 9.2.9-3 环保雨水口维护要求

维护项目	维护重点	维护周期
雨水篦子	更换、补充雨水篦子	巡视发现雨水篦子破损或缺失后立即进行
截污提篮	1.清理截污提篮内垃圾 2.更换破损截污提篮	1.不少于 3 个月 1 次 2.根据巡视结果
过滤件	更换过滤料包	1.根据场地污染程度不同 1 年 2 次或 3 次 2.根据巡视结果
	清洗过滤内筒	1.不少于 1 年 2 次
	清除雨水井内淤泥或垃圾	2.根据巡视结果

10 管理评估

10.1 人员管理

10.1.1 道路海绵设施应配有专职人员管理，管理人员应经专门培训上岗，掌握各类设施的维护内容、方法和频次。

10.1.2 各管理部门的领导、维护技术人员等应明确其具体职责，对设施进行日常运行维护和管理，保证设施系统正常运行。

10.1.3 根据维护需要合理安排人员数量、维护时间，保证各类设施维护工作顺利进行。

10.1.4 各管理部门应建立维护人员日常管理制度，保证维护工作顺利进行。

10.2 项目评估

10.2.1 项目评估应对一个道路海绵工程进行完整的评价，对项目从前期到最后竣工验收起到监督监测的作用。项目评估包括项目管理、项目设计两个方面。

10.2.2 项目管理应按表 10.2.2 进行评价。

表 10.2.2 项目管理评估指标

一级指标	二级指标	三级指标	指标评估	备注
项目管理	项目审图	/	合格/不合格	
	前期资料准备	项目信息	有/无	
		相关规划	有/无	
		气象	有/无	
		地勘工作	有/无	
		可行性研究报告	有/无	
		建设工程规划许可证	有/无	
	竣工验收	/	合格/不合格	

10.2.3 项目设计应按表 10.2.3 进行评价。

表 10.2.3 项目设计评估指标

一级指标	二级指标	三级指标	指标评估	备注
项目设计	年径流污染控制率	/	%	
	年径流总量控制率	/	%	
	设计方案完整性及合理性	系统设计	合格/不合格	参考本指引第 6 章和 中山市相关规范要求

一级指标	二级指标	三级指标	指标评估	备注
		目标校核	合格/不合格	可以使用模型法和容积法进行校核，建议优先使用模型法
		植物选择	合格/不合格	
	指标体系	人行道及自行车道透水铺装比例	%	
		初期雨水径流控制厚度	mm	适用于环保雨水口、雨水花园、生态树池、初雨处理设施

11 附录

附录一：编制依据

(1) 政策文件

《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》（国发〔2013〕36号）

《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）

《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》（建办城函〔2015〕635号）

《海绵城市专项规划编制暂行规定》（建规〔2016〕50号）

《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（粤府办〔2016〕53号）

《中山市海绵城市规划建设管理办法（试行）》（中府〔2021〕146号）

(2) 规范标准

《城市排水工程规划规范》（GB 50318）

《室外排水设计标准》（GB 50014）

《城市工程管线综合规划规范》（GB 50289）

《城市道路工程设计规范》（CJJ 37）

《城市道路路基设计规范》（CJJ 194）

《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1）

《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T 135）

《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T 190）

《透水砖路面技术规程》（CJJ/T 188）

《城市道路-透水人行道铺设》（10MR204）

《城市绿地设计规范》（GB 50420）

《海绵城市建设评价标准》（GB/T 51345）

《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》

《城市道路与开放空间低影响开发雨水设施》（15MR105）

《雨水口》（05S518）

《雨水综合利用》（10SS705）

《市政排水管道工程及附属设施》（06MS201）

《广东省海绵城市建设管理与评价细则》（2017 年 3 月）

《中山市海绵城市规划设计导则（试行）》

《中山市海绵城市规划要点和审查细则（试行）》

《中山市绿化工程设计导则》

附录二：相关基础资料

(1) 中山市降雨资料

根据《中山市暴雨强度公式修编》(2014)中对雨峰系数的研究,中山市雨峰系数 r 取 0.4。利用最新版的中山市暴雨强度公式推求不同重现期下的设计雨量,依据芝加哥雨型方法得到历时 120min 降雨的强度分布情况。

各重现期下历时 120min 暴雨过程的累积雨量和各时段平均强度

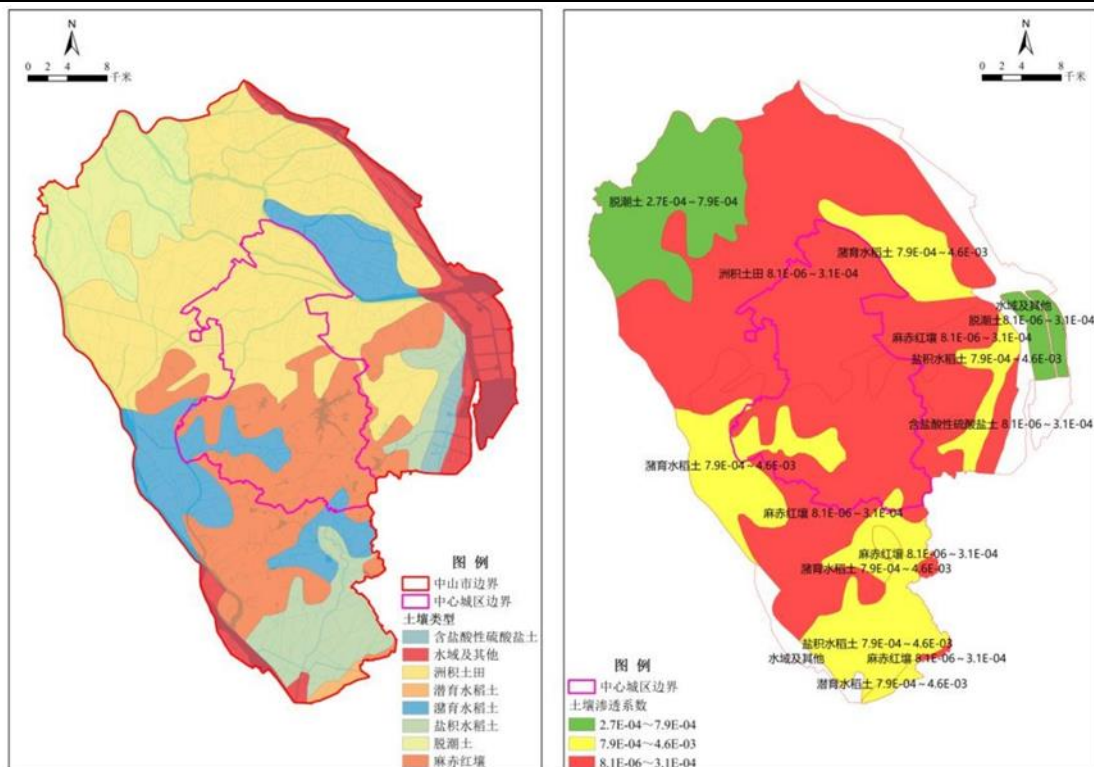
历时 (min)	2a		3a		4a		10a	
	累积 雨量	平均 强度	累积 雨量	平均 强度	累积 雨量	平均 强度	累积 雨量	平均 强度
5	1.65	0.33	1.75	0.35	1.87	0.37	2.04	0.41
10	3.42	0.35	3.62	0.38	3.88	0.40	4.23	0.44
15	5.35	0.38	5.66	0.41	6.06	0.44	6.61	0.48
20	7.46	0.42	7.91	0.45	8.47	0.48	9.24	0.53
25	9.82	0.47	10.42	0.50	11.17	0.54	12.20	0.59
30	12.54	0.54	13.31	0.58	14.28	0.62	15.60	0.68
35	15.79	0.65	16.77	0.69	18.01	0.75	19.71	0.82
40	19.98	0.84	21.25	0.90	22.85	0.97	25.04	1.07
45	26.44	1.29	28.18	1.38	30.36	1.50	33.35	1.66
50	41.13	2.94	43.86	3.14	47.30	3.39	51.99	3.73
55	50.38	1.85	53.78	1.98	58.06	2.15	63.89	2.38
60	56.16	1.16	59.98	1.24	64.77	1.34	71.31	1.49
65	60.56	0.88	64.68	0.94	69.86	1.02	76.92	1.12
70	64.19	0.73	68.56	0.77	74.04	0.84	81.52	0.92
75	67.32	0.63	71.90	0.67	77.64	0.72	85.47	0.79
80	70.11	0.56	74.86	0.59	80.83	0.64	88.97	0.70
85	72.63	0.50	77.54	0.54	83.71	0.58	92.12	0.63
90	74.94	0.46	80.00	0.49	86.35	0.53	95.01	0.58
95	77.09	0.43	82.28	0.46	88.79	0.49	97.69	0.53
100	79.10	0.40	84.41	0.43	93.08	0.46	110.19	0.50
105	81.00	0.38	86.42	0.40	93.23	0.43	102.54	0.47
110	82.79	0.36	88.32	0.38	95.27	0.41	104.76	0.44
115	84.50	0.34	90.13	0.36	97.20	0.39	106.87	0.42
120	86.13	0.33	91.86	0.35	99.05	0.37	108.88	0.40

(2) 中山市土壤资料

中山市土壤从大的土类归纳，主要有麻赤红壤、含盐酸性硫酸盐土、洲积土田、潜育水稻土、潯育水稻土、盐积水稻土、脱潮土等 7 个亚类。土壤渗透系数如下表所示：

中山市土壤类型及渗透系数统计表

序号	土壤名称	渗透系数 (cm/s)	透水性
1	麻赤红壤	$8.1 \times 10^{-6} \sim 3.1 \times 10^{-4}$	较低-中等
2	含盐酸性硫酸盐土	$8.1 \times 10^{-6} \sim 3.1 \times 10^{-4}$	较低-中等
3	洲积土田	$8.1 \times 10^{-6} \sim 3.1 \times 10^{-4}$	较低-中等
4	潜育水稻土	$7.9 \times 10^{-4} \sim 4.6 \times 10^{-3}$	较高
5	潯育水稻土	$7.9 \times 10^{-4} \sim 4.6 \times 10^{-3}$	较高
6	盐积水稻土	$7.9 \times 10^{-4} \sim 4.6 \times 10^{-3}$	较高
7	脱潮土	$2.7 \times 10^{-4} \sim 7.9 \times 10^{-4}$	中等-较高



中山市土壤类型分布图（左）土壤渗透系数分布图（右）

附录三：中山市相关植物名录

中山市海绵设施植物选用表

序号	植物类型	植物品种选型
1	乔木	海南红豆、樟、白兰、大叶紫薇、凤凰木、麻楝、罗汉松、乌墨（海南蒲桃）、小叶紫薇、水翁、观光木、火力楠、蒲桃（水蒲桃）、苦楝、血桐、荔枝、龙眼、杧果、海杧果、木棉、人面子、黄兰、阴香、乐昌含笑、落羽杉、池杉、竹柏、深山含笑、土沉香、油茶、和顺树（竹节树）、尖叶杜英、黄槿、秋枫、红花羊蹄甲、洋紫荆、腊肠树、水黄皮、蒲葵、木麻黄、红花荷、枫香、梅花、杨梅、榕树、菠萝蜜、幌伞枫、朴树、九里香、铁冬青、橄榄、桂花等
2	灌木	小叶紫薇、马尾铁、南天竹、鹅掌柴、吊灯、扶桑、狗牙花、夹竹桃、勒杜鹃、木芙蓉、软枝黄蝉、四季桂、栀子、海桐、红果仔、红桑、黄金榕、黄金叶、金边虎尾兰、毛杜鹃、九里香、米仔兰、朱蕉、棕竹、山茶、龙柏、罗汉松、山指甲、桃花、黄金间碧竹、青皮竹、佛肚竹、小琴丝竹等
3	地被	福建茶、红果仔、毛杜鹃、黄金榕、黄金叶、九里香、米仔兰、黄婵、美人蕉、春羽、大叶蚌兰、冷水花、花叶良姜、红背桂、金脉爵床、红桑、桃金娘、麦冬、满天星、射干、肾蕨、文殊兰、银边草、水鬼蕉（蜘蛛兰）、紫背竹芋、白蝴蝶、驳骨丹、龙吐珠等
4	水生植物	华夏慈姑、风车草、莲（荷花）、芦苇、菖蒲、睡莲等

附录四：典型案例

项目概况：道路长约 90m，总用地面积 1983m²，其中后排硬化铺装 1328m²，绿化面积 655m²。现状道路后排硬化面积通过地面汇集后直接排入市政雨水管道，绿化标高高于硬化铺装。本次改造降低后排绿化标高，消纳硬化铺装地面径流雨水。

设计目标：年径流总量控制率为 70%，对应的设计降雨量为 24.9mm。

设计方案：

先计算拟改造后的综合雨量径流系数指标。其中，各类下垫面拟改造的面积依据下垫面实际情况确定具体规模。

初步改造方案为：（1）将绿地的 30%改造为下沉式绿地；（2）将人行道改造为透水铺装。改造后的下垫面类型包括绿地、不透水铺装、透水铺装等，分别确定各类下垫面的综合雨量径流系数取值，然后进行加权平均，求得拟改造后的示范段的综合雨量径流系数。具体计算过程如下表所示。

道路改造后的综合雨量径流系数

下垫面类型	编号	面积（m ² ）	综合径流系数取值
		A	φ
绿地	1	655	0.15
不透水路面	2	1063	0.85
透水铺装	3	265	0.20
合计		1983	
径流系数	$(A1 \times \phi1 + A2 \times \phi2 + A3 \times \phi3) / (A1 + A2 + A3) = 0.53$		

道路在拟改造后的雨量综合径流系数为 0.53，则需要的调蓄容积计算过程如下表所示。

示范段设计调蓄容积计算

面积（m ² ）	改造前径流系数	改造后径流系数	年径流总量控制率	设计降雨量（mm）
1983	0.62	0.53	70%	24.9

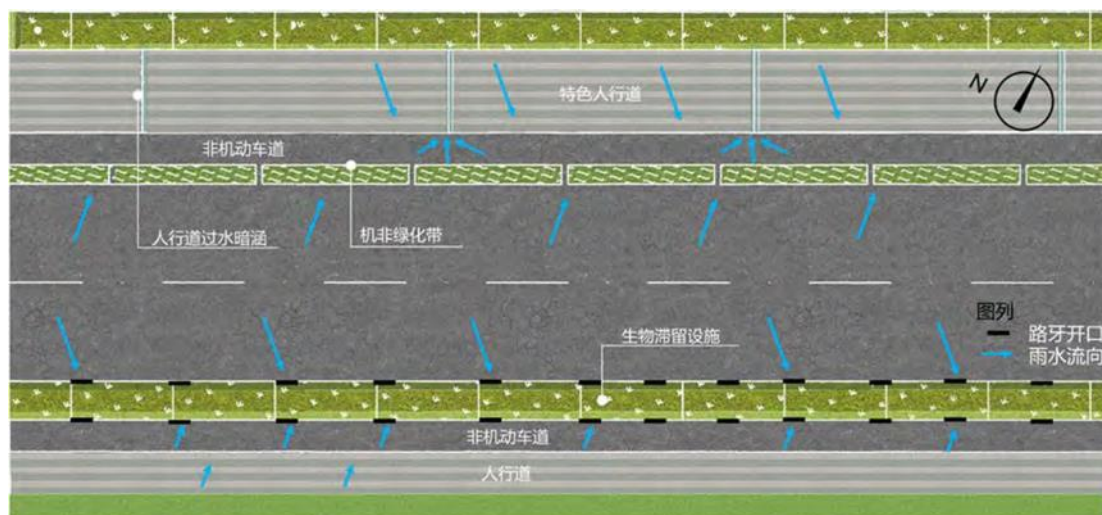
设计调蓄容积=10×1983×0.53×24.9/10000=26.17m³

即，为消纳在设计降雨量条件下产生的所有雨水，示范段应设置不小于 26.17m³ 的调蓄容积。

设置 30%下沉式绿地，收集示范段的雨水， $655 \times 30\% \times 0.15 = 29.48\text{m}^3$ 。

硬化面积导入绿化缓冲：后排硬化地面汇流，进入下沉绿化前，设置缓冲渗透雨水井，经过截污、滞留、渗透后溢流汇入进入植草沟。

则本地块内海绵设施总体布局如下图所示。

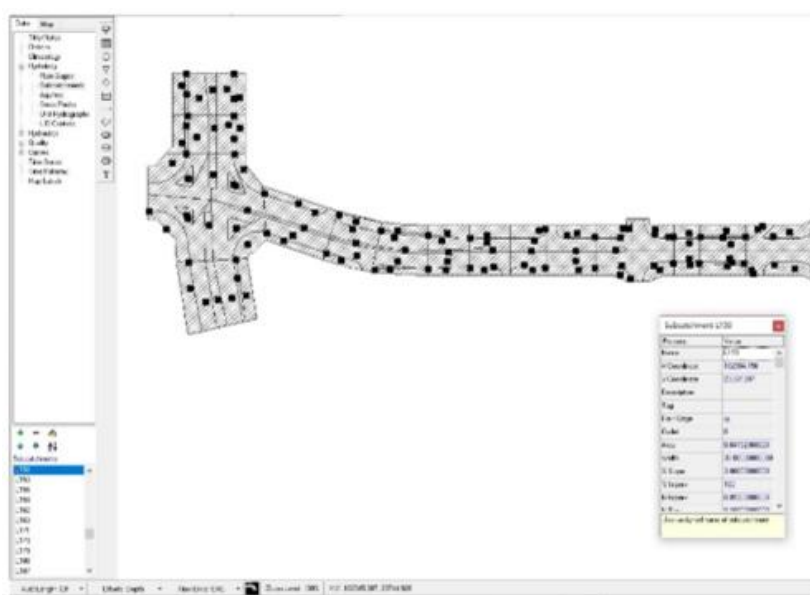


道路海绵设施平面布置图

经核算，实际调蓄容积为 28.57m^3 ，实际可控制 26.86mm 的雨水，年径流总量控制率 72.4% ，达到设计目标。

模型校核：

采用 EPA-SWMM 模型进行模拟计算。构建项目水力模型，建模面积约 1983m^2 ，子汇水区 129 个，管渠 98 段，节点 82 个，排出口 4 个。



项目 SWMM 模型界面图

(1) 子汇水区参数

每个子汇水区都需要输入的参数有：子汇水区面积(Area)、汇水宽度(Width)、不透水率(% Imperv)、坡度(% Slope)、透水区域和不透水区域汇流的曼宁系数(N-imperv 和 N-perv)、透水地表和不透水地表的洼地蓄水量(Des-imperv 和 Des-perv)、无洼蓄不透水面积率(% Zero-Imperv)以及透水地表的入渗模型。入渗模型采用 Horton 渗透模型，主要参数包括最大入渗量(Max.Infil)、最小入渗量(Min.Infil)、衰减常数(Decay Constant)和排干时间(Drying Time)。

子汇水区水文参数值(需结合本地特点率定参数值)

曼宁粗糙系数		地表洼蓄量参数		
N-imperv	N-perv	Des-imperv (mm)	Des-perv (mm)	Zero-Imperv (%)
0.013	0.24	1.27	3.18	25
Horton 渗透模型				
Max.Infil (mm/h)	Min.Infil (mm/h)	Decay Constant (h ⁻¹)		Drying Time (d)
220	4.5	4.14		5

(2) 水力参数

水力参数主要是排水管网特性参数，包括管道曼宁系数、管道属性参数和节点属性参数。项目范围内的雨水管渠既有圆管又有明渠，管渠属性直接根据管网设计资料取值，管长和渠长由模型自动测量工具获取，管渠的曼宁系数根据手册经验值取得为 0.013，另外，项目范围内的检查井节点属性直接由管网设计资料取得。

(3) LID 参数

模型的海绵设施参数基于实际设计规格和手册资料典型值而确定。其中，设施的尺寸大小及各层的厚度按照实际设计规格取值，而其余参数根据典型值而定，具体参数内容如下所示：

1) 透水铺装

透水铺装采用 SWMM 模型中透水铺装(Porous Pavement)表示，组成主要包括表面层、路面层和砾石层。其中，表面层厚度为 65mm，孔隙度为 0.1，渗透率为 250mm/h，砾石层厚度为 500mm，孔隙率为 0.3。

2) 下沉式绿地

下沉式绿地采用 SWMM 模型中生物滞留网格 (Bio-retention) 表示, 主要包含表面层和土壤层。其中, 表面层厚度为 150mm (即下沉深度取 150mm); 土壤层厚度为 600mm, 孔隙度为 0.15, 导水率为 10mm/h。

(4) 模拟分析结果

采模型构建完成后, 输入降雨数据进行模拟分析。采用 10 年连续降雨数据进行模型模拟, 模拟结果具体如下表。

模型系统模拟结果

降雨类型	总降雨量 (mm)	总蒸发量 (mm)	总入渗量 (mm)	总蓄水量 (mm)	总排放量 (mm)	年均径流总量控制率 (%)
10 年连续降雨 (2012-2021 年)	97.7	9.1	6882.3	67.9	20.6	71.6

经模型分析评估, 项目在 10 年连续降雨模拟下的年均径流总量控制率为 71.6%, 该海绵城市设计方案达到 70%的控制目标。